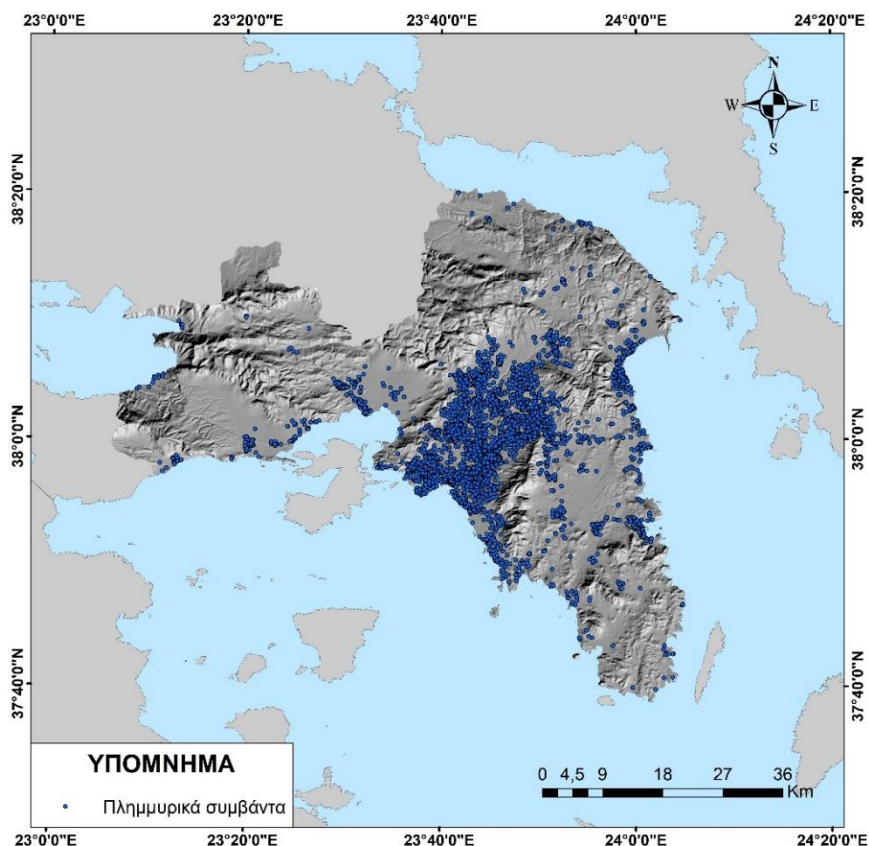




## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΓΠ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΤΣΕΡΓΑΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021



*Στη μνήμη του πατέρα μου*

## Πρόλογος

*Η εκπόνηση και την παρουσίαση της παρούσας διπλωματικής εργασίας σηματοδοτεί το τέλος των προπτυχιακών σπουδών μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Σε μια σχολή που βρέθηκα μέσα από μια σειρά από συμπτώσεις, σε μια ηλικία που δεν ήξερα τι πραγματικά θέλω να κάνω στη ζωή μου, και έχοντας ανάμεικτα συναισθήματα. Σε μια σχολή που στην πορεία βρήκα ενδιαφέρον και, το σημαντικότερο, πήγε το μυαλό μου ένα βήμα παραπέρα. Σε αυτά τα φοιτητικά χρόνια γνώρισα εξαιρετικούς ανθρώπους, κοινωνικοποιήθηκα, ενηλικιώθηκα, πέρασα όμορφες αλλά και δύσκολες στιγμές.*

*Από ανάμεικτα συναισθήματα χαρακτηρίζεται και αυτό το τέλος. Συναισθήματα χαράς και περηφάνειας που καταφέρνω να αποφοιτήσω από μια σχολή που δοκιμάστηκα πολλές φορές σε κάθε επίπεδο, ανασφάλειας, περιέργειας και αβεβαιότητας για τους νέους άγνωστους δρόμους που ανοίγονται μπροστά μου, συγκίνησης για αυτά που αφήνω πίσω μου.*

*Σε μια τέτοια περίπτωση, νιώθω ότι οφείλω να ευχαριστήσω συγκεκριμένους ανθρώπους. Τους ανθρώπους που είχα και έχω δίπλα μου, άλλους με σημείο έναρξης τη ζωή μου ως φοιτητής, άλλους μια ολόκληρη ζωή, και που ο καθένας με έχει επηρεάσει με το δικό του μοναδικό τρόπο. Οφείλω, φυσικά, να ευχαριστήσω και όσους με βοήθησαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.*

*Καταρχήν, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής εργασίας, για την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της, για τις γνώσεις που μου μετέδωσε και για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε. Θα ήθελα επίσης να τον ευχαριστήσω, γιατί έχει συμβάλλει καθοριστικά, μαζί με άλλα μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας, σε αυτό που είναι ο Τομέας Υδατικών Πόρων σήμερα. Ένας χώρος κόσμημα για τη σχολή, όπου οι ιδέες και η γνώση διακινούνται ελεύθερα, ενθαρρύνονται οι προβληματισμοί και η αμφισβήτηση ως αναπόσπαστα στοιχεία της επιστημονικής σκέψης, και ευνοείται η δημιουργία σε ένα πλαίσιο υποστήριξης και κατανόησης.*

*Οφείλω επίσης να ευχαριστήσω το Δρ. Φοίβο Σαργέντη, το Δρ. Παναγιώτη Δημητριάδη και την κ. Αρετή Μιζάρα για την ιδιαίτερα σημαντική βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας και τις πολύτιμες συμβουλές σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της. Επίσης, την Δρ. Άνυ Ηλιοπούλου για την καθοριστική βοήθεια που μου παρείχε στη συλλογή και τη διαχείριση των βροχομετρικών δεδομένων. Ιδιαίτερα πολύτιμη ήταν, τέλος, η καθοδήγηση που μου παρείχε όσον αφορά τη χρήση του λογισμικού ΣΓΠ ο Δρ. Λουκάς Κατίκας και η συνεισφορά του Υπ. Δρ. Παναγιώτη Δευτεραίου που μου παρείχε αρχεία ΣΓΠ που παρήγαγε ο*

ίδιος. Τους ευχαριστώ όλους θερμά για το χρόνο που διέθεσαν και τη διάθεση που έδειξαν να με βοηθήσουν.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τις διάφορες υπηρεσίες και φορείς με τους οποίους συνεργάστηκα καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Την Πυροσβεστική Υπηρεσία, την Ελληνική Γραμματεία Υδάτων, την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ), το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ). Ανταποκρίθηκαν άμεσα σε όσα τους ζήτησα με μεγάλη προθυμία. Ιδιαίτερη αναφορά οφείλω να κάνω στον κ. Κωνσταντίνο Στεφανάκη, προϊστάμενο της Γενικής Διεύθυνσης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης & Γεωχωρικών Πληροφοριών του ΥΠΕΝ, με τον οποίο είχα τακτική επικοινωνία και μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια στη χρήση της πληρέστατης Διαδικτυακής Πύλης Γεωχωρικών Πληροφοριών του ΥΠΕΝ που έχει επιμεληθεί ο ίδιος και άλλοι επιστήμονες.

Ακόμα, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους μου. Τους φίλους και αυριανούς συναδέλφους που γνώρισα στους χώρους της σχολής, που μοιραστήκαμε τόσα πολλά σε όλη τη διάρκεια των φοιτητικών χρόνων ᾗ χαρές, απογοητεύσεις, προβληματισμούς και ανησυχίες. Αλλά και τους αδερφικούς μου φίλους εκτός σχολής, τη δεύτερη οικογένειά μου που είναι δίπλα μου και με στηρίζουν όσο θυμάμαι τον εαυτό μου.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου. Τη μητέρα μου, Ντίνα, και την αδερφή μου, Βασιλεία που με ανέχονται και δείχνουν κατανόηση και απεριόριστη εμπιστοσύνη σε μένα όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και το θείο μου, Στέλιο, για τη βοήθεια, την υπομονή στήριξη σε όλες τις αποφάσεις που έχω πάρει μέχρι σήμερα.

Η τελευταία αναφορά, και η πιο ξεχωριστή, αφορά τον πατέρα μου, Βασίλη, στον οποίο είναι αφιερωμένη η παρούσα εργασία. Έναν σπουδαίο άνθρωπο που δυστυχώς έφυγε νωρίς, όμως μου έδωσε αξίες, με στήριξε με κάθε δυνατό τρόπο σε όσα προσπάθησα και του οφείλω σε μεγάλο βαθμό αυτό που είμαι σήμερα. Μπορεί να μην είναι πια κοντά μου όμως είναι μαζί μου σε ό,τι και αν κάνω. Ελπίζω από εκεί που βρίσκεται να με βλέπει και να είναι περήφανος για όσα έχω πετύχει μέχρι σήμερα.

Απόστολος Τσέργας, Ιούλιος 2021



# Περιεχόμενα

---

Κατάλογος Χαρτών.....	ix
Κατάλογος Σχημάτων .....	xiii
Κατάλογος Πινάκων .....	xvi
Περίληψη.....	xviii
Abstract .....	xix
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>2</b>
1.1: Επιλογή θέματος .....	2
1.2: Αντικείμενο εργασίας .....	4
1.3: Διάρθρωση εργασίας.....	5
1.4: Πλημμύρες.....	6
1.5: Πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο.....	8
1.6: Θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης πλημμυρών.....	10
1.7: Η χρήση των ΣΓΠ στην αντιμετώπιση των πλημμυρών.....	14
<b>2. Περιοχή Μελέτης.....</b>	<b>19</b>
2.1: Εισαγωγή .....	19
2.2: Γεωμορφολογία Περιοχής .....	21
2.3: Υδρογραφικό δίκτυο.....	25
2.4: Κλιματικά χαρακτηριστικά .....	29
2.5: Χρήσεις γης.....	32
2.6: Εδαφολογικά χαρακτηριστικά .....	34
2.7: Βλάστηση.....	35
<b>3. Χωρική-χρονική κατανομή και χαρακτηριστικά πλημμυρών.....</b>	<b>36</b>
3.1 Γενικά.....	36
3.2: Χωρική κατανομή πλημμυρών .....	41
3.3: Χωρική πυκνότητα πλημμυρών .....	46
3.3.1: Γενικά.....	46
3.3.2: Περιγραφή της εφαρμογής σε περιβάλλον ΣΓΠ.....	46
3.4: Χαρακτηριστικά πλημμυρών.....	50
3.5: Χρονική κατανομή πλημμυρών .....	58
3.6: Εποχικότητα .....	64
<b>4. Μελέτη μεγάλων πλημμυρικών επεισοδίων .....</b>	<b>70</b>

4.1: Περιγραφή μεθοδολογίας – δεδομένα .....	70
4.2: Παρουσίαση πλημμυρικών γεγονότων .....	72
4.2.1: 24/5/2007 – Αχαρνές, Φυλή.....	73
4.2.2: 3/10/2009 – Γλυφάδα, Βάρη, Βούλα, Βουλιαγμένη.....	76
4.2.3: 3/2/2011 – Λεκανοπέδιο Αθηνών, Μαρκόπουλο, Μαραθώνας .....	79
4.2.4: 30-31/12/2012 – Βόρεια προάστια Αθήνας, Μαραθώνας .....	82
4.2.5: 22/2/2013 – Λεκανοπέδιο Αθηνών, Μαραθώνας.....	85
4.2.6: 11/11/2013 – Δυτικά προάστια Αθήνας.....	89
4.2.7: 24/10/2014 – Δυτικά προάστια Αθήνας, Πειραιάς .....	93
4.2.8: 27/2/2015 – Μάνδρα, Ελευσίνα.....	97
4.2.9: 22-23/10/2015 – Κηφισιά, Αχαρνές, Μεταμόρφωση .....	99
4.2.10: 7/6/2016 – Διόνυσος .....	102
4.2.11: 27-28/11/2016 – Δήμος Αθηναίων, Περιστερί, Παιανία .....	105
4.2.12: 15-18/11/2017 – Δυτική Αττική (Μάνδρα, Μέγαρο, Ελευσίνα).....	109
4.2.13: 26-27/6/2018 – Δυτική Αττική (Μάνδρα, Μέγαρο, Ελευσίνα) .....	118
4.2.14: 26-29/7/2018 – Βόρεια προάστια Αθήνας.....	120
4.2.15: 30/9/2018 – Μέγαρο, Καλλιθέα, Ταύρος/Μοσχάτο.....	123
<b>5. Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις – Ερμηνεία αποτελεσμάτων.....</b>	<b>126</b>
<b>6. Βάσεις , δεδομένα και άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν.....</b>	<b>134</b>
6.1: Δεδομένα.....	134
6.2: Άρθρα στον τύπο (προσπέλαση Ιούνιος 2021).....	134
<b>7. Αναφορές .....</b>	<b>136</b>



# Κατάλογος Χαρτών

---

Χάρτης 1.1: Ιστορικά πλημμυρικά συμβάντα που οδήγησαν σε έκδοση απόφασης κήρυξης έκτακτης ανάγκης κατά την περίοδο 2012-2018 (Πηγή: ΥΠΙΕΝ).....	9
Χάρτης 1.2: Υδατικά Διαμερίσματα Χώρας (Πηγή: ΕΓΥ).....	14
Χάρτης 1.3: ΥΔ Κεντρικής Μακεδονίας (EL10) Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (Πηγή: ΕΓΥ, 2012).....	18
Χάρτης 2.1: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data Copernicus).....	23
Χάρτης 2.2: Κλίσεις εδάφους περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data Copernicus).....	24
Χάρτης 2.3: Ανάγλυφο και υδρογραφικό δίκτυο περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΙΕΝ).....	28
Χάρτης 2.4: Κάλυψη γης σύμφωνα με Corine 2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΙΕΝ).....	33
Χάρτης 2.5: Βλάστηση και χρήσεις γης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΙΕΝ).....	35
Χάρτης 3.1: Σύνολο πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	38
Χάρτης 3.2: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στις περιφερειακές ενότητες της περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	44
Χάρτης 3.3: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	45
Χάρτης 3.4: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	48
Χάρτης 3.5: Υψόμετρα εκδήλωσης πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	51
Χάρτης 3.6: Χιλιομετρική απόσταση πλημμυρικών συμβάντων από το υδρογραφικό δίκτυο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	54
Χάρτης 3.7: Υψομετρική διαφορά μεταξύ της θέσης εκδήλωσης των πλημμυρικών συμβάντων και του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	57
Χάρτης 3.8: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2006-2010 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	60
Χάρτης 3.9: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2011-2014 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	61
Χάρτης 3.10: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2011-2014 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	62

Χάρτης 3.11: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες της άνοιξης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	66
Χάρτης 3.12: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του καλοκαιρού (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	67
Χάρτης 3.13: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του φθινοπώρου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	68
Χάρτης 3.14: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του χειμώνα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	69
Χάρτης 4.1: Σταθμοί από τους οποίους αντλήθηκαν τα βροχομετρικά δεδομένα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	72
Χάρτης 4.2: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 24/5/2007 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	74
Χάρτης 4.3: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 24/5/2007 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	75
Χάρτης 4.4: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 3/10/2009 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	77
Χάρτης 4.5: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 3/10/2009 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	78
Χάρτης 4.6: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 3/2/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	80
Χάρτης 4.7: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 3/2/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	81
Χάρτης 4.8: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 30-31/12/2012 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	83
Χάρτης 4.9: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 30-31/12/2012 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	84
Χάρτης 4.10: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 22/2/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	87
Χάρτης 4.11: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 22/2/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	88
Χάρτης 4.12: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 11/11/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	91
Χάρτης 4.13: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 11/11/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	92

Χάρτης 4.14: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 24/10/2014 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	95
Χάρτης 4.15: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 24/10/2014 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	96
Χάρτης 4.16: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 27/2/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	98
Χάρτης 4.17: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 22-23/10/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	100
Χάρτης 4.18: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 22-23/10/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	101
Χάρτης 4.19: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 7/6/2016 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	103
Χάρτης 4.20: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 7/6/2016 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	104
Χάρτης 4.21: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 27-28/11/2016 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	107
Χάρτης 4.22: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 27-28/11/2016 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	108
Χάρτης 4.23: Εκτίμηση βροχόπτωσης από δορυφορικές εικόνες της NASA (Πηγή: Nikolopoulos, 2017).....	111
Χάρτης 4.24: Συνολικό ύψος βροχής πάνω από τις λεκάνες των ρεμάτων «Σούρες» και «Αγία Αικατερίνη» (a) με απεικόνιση της έντασης και του συνολικού ύψους βροχής για κάθε μία από αυτές (b,c) (Πηγή: Diakakis et al., 2018).....	113
Χάρτης 4.25: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 15-18/11/2017 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	117
Χάρτης 4.26: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 26-27/6/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	119
Χάρτης 4.27: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 26-29/7/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	121
Χάρτης 4.28: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 26-29/7/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	122
Χάρτης 4.29: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 30/9/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	124
Χάρτης 4.30: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 30/9/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	125



# Κατάλογος Σχημάτων

---

Σχήμα 1.1: Οικονομική ζημία από πλημμύρες στην ΕΕ, Βουλγαρία, Ρουμανία ως ποσοστό του ΑΕΠ επί τις χιλιάδες (Πηγή: Barredo , 2006) .....	3
Σχήμα 1.2: Πλημμύρα στο Σίδνεϊ της Αυστραλίας (Πηγή: www.dw.com, 2021).....	3
Σχήμα 1.3: Κατανομή (%) του συνολικού αριθμού φυσικών καταστροφών σχετικών με καιρικά φαινόμενα (Πηγή: Paragiannaki, et al., 2013).....	8
Σχήμα 1.4: Απεικόνιση σε χάρτη της συγκέντρωσης του NO <sub>2</sub> στο Βέλγιο στις 8/10/2015 (Πηγή: Dewulf et al., 2016) .....	16
Σχήμα 1.5: Γενικές κατηγορίες προσεγγίσεων στις οποίες χρησιμοποιούνται τα λογισμικά GIS για τη μελέτη του πλημμυρικού κινδύνου (Πηγή: Διακάκης 2012) .....	17
Σχήμα 2.1: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών και Ελευσίνας (mm) για τα έτη 1950-1999 (πηγή: EMY, 2017) .....	29
Σχήμα 2.2: Διακύμανση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1971 -2000) (Πηγή: EMY, 2017).....	29
Σχήμα 2.3: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σταθμών Ελευσίνας, Αστεροσκοπείου Αθηνών και Μεγάρων (Πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2001).....	30
Σχήμα 2.4: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμών Ελευσίνας, Αστεροσκοπείου Αθηνών και Μεγάρων (Πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2001).....	30
Σχήμα 2.5: Διακύμανση μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (Πηγή: EMY, 2017).....	31
Σχήμα 2.6: Διακύμανση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο σταθμό του Ελληνικού (1971 -2000) (Πηγή: EMY, 2017).....	31
Σχήμα 2.7: Χρήσεις γης περιοχής μελέτης σύμφωνα με Corine 2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).32	
Σχήμα 3.1: Κατηγορία χώρου που πλημμύρισε (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	40
Σχήμα 3.2: Κατανομή υψομέτρων εκδήλωσης πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία) .....	52
Σχήμα 3.3: Κατανομή χιλιομετρικής απόστασης πλημμυρικών συμβάντων από τα στοιχεία του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	55
Σχήμα 3.4: Κατανομή υψομετρικής διαφοράς μεταξύ της θέσης εκδήλωσης των πλημμυρικών συμβάντων και του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	56
Σχήμα 3.5, 3.6: a) Αριθμός περιστατικών κατά έτος, b) Μεταβολή συνολικού αριθμού περιστατικών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	58
Σχήμα 3.7: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία) .....	59

Σχήμα 3.8, 3.9: a) Ποσοστά συμβάντων ανά μήνα, b) Αριθμός συμβάντων ανά μήνα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία) .....	64
Σχήμα 3.10: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων σε εποχές (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	65
Σχήμα 4.1: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 24/5/2007 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	73
Σχήμα 4.2: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 3/10/2009 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	76
Σχήμα 4.3: : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 3/2/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	79
Σχήμα 4.4: : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 30-31/12/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	82
Σχήμα 4.5 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 22/2/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	86
Σχήμα 4.6: Καθίζηση στη οδόστρωμα της λεωφόρου Φυλής στο Καματερό η οποία προκλήθηκε από ισχυρή καταιγίδα στις 11/11/2013 (Πηγή: <a href="http://www.naftemporiki.gr">www.naftemporiki.gr</a> , 2013) .....	89
Σχήμα 4.7 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 11/11/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	90
Σχήμα 4.8: Παράδρομος λεωφόρου Κηφισού κατά την κακοκαιρία της 24/10/2014 (Πηγή: <a href="http://www.naftemporiki.gr">www.naftemporiki.gr</a> , 2014) .....	93
Σχήμα 4.9 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 24/10/2014 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	94
Σχήμα 4.10 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 27/2/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	97
Σχήμα 4.11 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 22-23/10/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	99
Σχήμα 4.12: Μεγάλος όγκος λάσπης που παρασύρθηκε στον περιφερειακό του Λυκαβηττού (Πηγή: <a href="http://www.efsyn.gr">www.efsyn.gr</a> , 2016).....	105
Σχήμα 4.13: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 27-28/11/2016 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	106
Σχήμα 4.14: Χάρτης ανθρώπινων απωλειών στην περιοχή Μάνδρας Ελευσίνας (Πηγή: Newsletter ΠΜΣ «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων», 2017).....	109
Σχήμα 4.15: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 15-18/11/2017 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	110

Σχήμα 4.16: Χρονική κατανομή της βροχόπτωσης στις 14-15/11/2017 στην περιοχή των ρεμάτων «Σούρες» και «Αγία Αικατερίνη» (Πηγή: Nikolopoulos, 2017) .....	112
Σχήμα 4.17: Απεικόνιση πορείας εκδήλωσης του πλημμυρικού γεγονότος στη Μάνδρα στις 15/11/2017 (Πηγή: Newsletter ΠΜΣ «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων», 2017).....	116
Σχήμα 4.18: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 26- 27/6/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	118
Σχήμα 4.19: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 26- 29/7/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	120
Σχήμα 4.20: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 30/9/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	123
Σχήμα 5.1: Αριθμός πλημμυρών ανά έτος για την περίοδο 1980-2002 στην Ελλάδα (Πηγή: Stathis, 2004 -μπλε γραμμή, Matakou, 2009-κόκκινη γραμμή).....	126
Σχήμα 5.2: Χρονική κατανομή πλημμυρών ανά 5ετία (Πηγή: Diakakis et al., 2012).....	127
Σχήμα 5.3: Κατανομή πλημμυρών στους μήνες του έτους (Πηγή: Stathis, 2004 -μπλε σειρά, Matakou, 2009-κόκκινη σειρά).....	128
Σχήμα 5.4: Κορμοί και μπάζα στην κοίτη του ρέματος Χαλανδρίου που παρεμποδίζουν την ομαλή ροή του νερού (Πηγή: <a href="https://sosrematia.blogspot.com/">https://sosrematia.blogspot.com/</a> , 2013) .....	130
Σχήμα 5.5: Το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης εντός του αστικού ιστού της Μάνδρας το 1988 (Πηγή: <a href="http://www.beyond-eocenter.eu">www.beyond-eocenter.eu</a> , 2018).....	132
Σχήμα 5.6: Ρέμα Σούρες το 1970 και το 2007, βόρεια της αστικής περιοχής της Μάνδρας (Πηγή: <a href="http://www.beyond-eocenter.eu">www.beyond-eocenter.eu</a> , 2018).....	132

## Κατάλογος Πινάκων

---

Πίνακας 1.1: Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδος.....	13
Πίνακας 2.1: Πληθυσμός Δήμων Αττικής με βάση την απογραφή του 2011.....	20
Πίνακας 3.1: Αριθμός πλημμυρικών συμβάντων σε χώρους ιδιαίτερης σημασίας.....	40
Πίνακας 3.2: Αριθμός πλημμυρικών συμβάντων σε κάθε δήμο και περιφερειακή ενότητα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία) .....	43
Πίνακας 4.1: Σταθμοί από τους οποίους αντλήθηκαν τα βροχομετρικά δεδομένα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	71





## Περίληψη

---

Οι φυσικές καταστροφές αποτελούν ένα από τα σπουδαιότερα προβλήματα των ανθρώπινων κοινωνιών, από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Ένας από τους πιο σημαντικούς τύπους φυσικών καταστροφών, είναι τα πλημμυρικά φαινόμενα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται λεπτομερής καταγραφή, παρουσίαση και ανάλυση πλημμυρικών συμβάντων. Μέσα από τις διαδικασίες αυτές και τα αποτελέσματά τους καταλήγει σε παρατηρήσεις-συμπεράσματα και προσδιορίζει σημεία που πλήττονται σε μεγάλο βαθμό από τα φαινόμενα της πλημμύρας και συνεπώς χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής. Το χρονικό διάστημα που εξετάζεται είναι η περίοδος 2006-2018. Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η Αττική, μια ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένη περιοχή που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας, και παράλληλα αποτελεί το γεωγραφικό σημείο όπου βρίσκεται η πρωτεύουσά της, η Αθήνα, και το μεγαλύτερο λιμάνι της, το λιμάνι του Πειραιά. Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί ότι παρουσιάζει ιστορικά μεγάλο πλήθος πλημμυρικών επεισοδίων που προκάλεσαν σημαντικές καταστροφές σε υλικό και οικονομικό επίπεδο και απώλειες ανθρώπινων ζωών.

Στο πλαίσιο της εργασίας, χρησιμοποιήθηκε ως βάση δεδομένων αρχείο που παρείχε η Πυροσβεστική Υπηρεσία και περιέχει όλες τις κλήσεις που έλαβε την περίοδο 2006-2018 για πλημμύρα. Από το σύνολο των καταγραφών κρατήθηκαν μόνο αυτές που αφορούσαν πλημμυρικά συμβάντα από βροχόπτωση, με αναλυτικά δεδομένα για κάθε επεισόδιο. Στις διευθύνσεις που είχαν καταγραφεί, προστέθηκαν οι γεωγραφικές τους συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) ώστε να καταστεί δυνατή η αποτύπωσή και επεξεργασία τους σε περιβάλλον GIS. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τη χωρική ανάλυση και επεξεργασία είναι το Arcmap 10.7. Αφού πραγματοποιήθηκε η αποτύπωση των κλήσεων σε χάρτη γίνεται ανάλυση των πλημμυρών με μια σειρά από δείκτες και παραμέτρους. Αρχικά εξετάζεται η επιβάρυνση συγκεκριμένων περιοχών τόσο σε επίπεδο δήμων αλλά και πιο λεπτομερώς εντός αυτών. Επιπρόσθετα, εξετάζεται η επαναληψιμότητα σε συγκεκριμένα σημεία της περιοχής μελέτης αλλά και η εποχικότητα των επεισοδίων. Παράλληλα, γίνεται μελέτη με βάση γεωμορφολογικούς δείκτες όπως το υψόμετρο, και η θέση τους σε σχέση με το υδρογραφικό δίκτυο. Επίσης, σε περιβάλλον Excel γίνεται ανάλυση με βάση άλλες παραμέτρους όπως τι χώροι πλημμύρισαν κατά κύριο λόγο ή ποια έτη παρατηρήθηκαν τα περισσότερα επεισόδια. Επιπλέον, παρουσιάζονται σε χάρτη σφοδρά φαινόμενα πλημμύρας όπου παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός κλήσεων. Τέλος, για τα φαινόμενα αυτά, έγινε συλλογή βροχομετρικών δεδομένων και απεικόνιση της βροχόπτωσης για το διάστημα που αφορά το κάθε ένα.

# Abstract

---

Natural disasters are one of the greatest problems of human societies, from ancient times until today. Floods are regarded as very important natural disasters due to their adverse consequences regarding human health, economic activity, environment etc.

This diploma thesis aims at extensively recording, analysing and presenting flood events. Using the results of this process, it makes observations and provides conclusions about specific areas that are afflicted on a large scale from flood events; therefore they require increased attention. The time period under investigation is from 2006 to 2018. Attika has been chosen as study area. It is a densely populated area which concentrates the biggest part of country' s population and, at the same time, the geographic region that encompasses its capital, Athens, and its largest port, Piraeus. It is also important to mention that this region has experienced a great number of flood events in the past which caused casualties, economic losses and damage to property and infrastructure.

In the present thesis, a file that was provided by Greek Fire Brigade was used as a database. It includes all the calls that they received in 2006-2018 time period. Only those records that had been involved with at a flood event caused by rainfall were kept, with detailed information for each event. Coordinates (longitude and latitude) were added to the addresses that had been recorded, in order to make their representation and analysis in GIS environment possible. The program that was used for spatial edit and analysis is Arcmap 10.7. After plotting the records on a map, an analysis of the flood events is carried out using a variety of indexes and parameters. At first, the extent of the affliction and the density of flooding events within municipalities have been investigated. In addition to that, the repeatability and seasonality of flooding events have also been analysed. Finally, the connection between flood events and indexes such as altitude, and their location relative to the hydrographic network has been examined. In addition, using Microsoft Excel, an analysis has been conducted regarding other parameters such as the categories of buildings that flooded or which are the years with the greatest numbers of events. Furthermore, major and severe flood events which resulted in an important number of calls are represented using maps. At the end, for each one of these specific events and the day(s) that occurred, rain statistics were collected and depicted.



# 1. Εισαγωγή

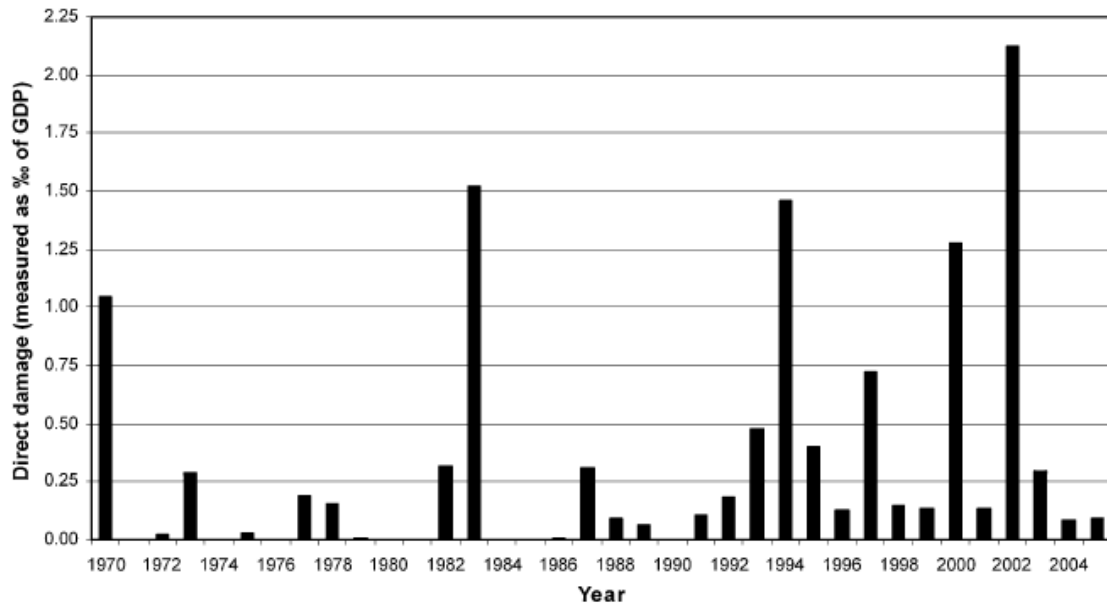
---

## 1.1: Επιλογή θέματος

Οι πλημμύρες αποτελούν έναν από τους συχνότερους και πιο σημαντικούς τύπους φυσικών καταστροφών. Πλήττουν την κοινωνική ζωή και την οικονομική δραστηριότητα καθώς οι επιπτώσεις τους περιλαμβάνουν υλικές καταστροφές όπως καταστροφές χώρων κατοικίας, εγκαταστάσεων, παραγωγικών μέσων και υποδομών, μόλυνση των υδάτων, μετακινήσεις πληθυσμών και απώλειες ανθρώπινων ζωών. Το μέγεθος των καταστροφών και των απωλειών που προκαλούνται εξ αιτίας των πλημμυρών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ένταση των φυσικών φαινομένων, η αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος, η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας καθώς και το πόσο αποτελεσματικοί και σε ετοιμότητα είναι οι μηχανισμοί πρόληψης-αντιμετώπισης.

Ενδεικτικό είναι ότι σύμφωνα με συστηματική και συνεχή καταγραφή φυσικών καταστροφών και στατιστική ανάλυσή τους για το διάστημα 1950-2005 υπολογίζεται ότι οι πλημμύρες αποτελούν το 25% των γεγονότων, προκαλούν το 25% της οικονομικής ζημιάς και το 7% των απωλειών ανθρώπινων ζωών (Munich Re, 2006). Επίσης, τα 2/3 των ανθρώπων που πλήττονται από φυσικές καταστροφές σχετίζονται με πλημμυρικά φαινόμενα (Golian, 2010) ενώ η UNESCO υπολογίζει ότι μεταξύ 1973 και 1997 οι πλημμύρες έχουν επηρεάσει περίπου 66 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως.

Παρά την επιστημονική γνώση που έχει συσσωρευθεί και τα άλματα που έχει κάνει ο άνθρωπος στην κατανόηση του κόσμου γύρω του με το πέρασμα των αιώνων, οι φυσικές καταστροφές και κατ' επέκταση και τα πλημμυρικά φαινόμενα εξακολουθούν να αποτελούν ένα ζήτημα ιδιαίτερα σύνθετο και δυσεπίλυτο. Έτσι, εκτός από λιγότερο ανεπτυγμένα κράτη σε υποδομές, πόρους, τεχνολογία, σημαντικά προβλήματα από φαινόμενα πλημμύρας σημειώνονται και στις περισσότερο ανεπτυγμένες χώρες, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Ευρώπης. Παράγοντες όπως η μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού, η έντονη αστικοποίηση, η αύξηση του πλούτου, καθιστούν τις δυνητικές επιπτώσεις των πλημμυρικών συμβάντων περισσότερο καταστροφικές ενώ η αυξανόμενη παρουσία του ανθρώπου και της δραστηριότητάς του σε νέα σημεία του πλανήτη καθιστούν τις προκλήσεις που του θέτει το φαινόμενο της πλημμύρας όλο και σπουδαιότερες.



Σχήμα 1.1: Οικονομική ζημία από πλημμύρες στην ΕΕ, Βουλγαρία, Ρουμανία ως ποσοστό του ΑΕΠ επί τις χιλιάδες (Πηγή: Barredo , 2006)



Σχήμα 1.2: Πλημμύρα στο Σίδνεϊ της Αυστραλίας (Πηγή: [www.dw.com](http://www.dw.com), 2021)

Η Ελλάδα, μια χώρα με πολύ συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες όσον αφορά τα γεωμορφολογικά, τοπολογικά και κλιματικά της χαρακτηριστικά αντιμετωπίζει και αυτή σοβαρά προβλήματα από την εκδήλωση πλημμυρικών επεισοδίων. Οι αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods) αποτελούν έναν από τους κυριότερους τύπους φυσικών καταστροφών στη χώρα αλλά και στη λεκάνη της Μεσογείου γενικότερα, με ιδιαίτερα σοβαρές επιπτώσεις.

Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί ότι όσον αφορά τους καταλόγους των πλημμυρικών επεισοδίων στον ελληνικό χώρο παρατηρείται μη επαρκής έκταση και χρονική πληρότητα, απουσία κοινών κριτηρίων, μικρός όγκος πληροφορίας, χρήση διαφόρων πηγών δεδομένων. Επιπλέον η αποτύπωση των πλημμυρικών φαινομένων και η ανάλυσή τους, καθώς και ο εντοπισμός περιοχών που εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας και σημαντικές επιπτώσεις από πλημμυρικά επεισόδια βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο και από πλευράς δημοσιεύσεων και από πλευράς επιχειρησιακών σχεδίων.

Συνεπώς, το ζήτημα των πλημμυρών, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είναι μείζονος σημασίας για την Ελλάδα και παράλληλα ένα θέμα με συνιστώσες που στη χώρα μας υπάρχει ανάγκη και πεδίο να διερευνηθούν και να αναλυθούν περισσότερο.

## **1.2: Αντικείμενο εργασίας**

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει σε πρώτο στάδιο στην αναλυτική καταγραφή πλημμυρικών γεγονότων στην περιοχή της Αττικής τη χρονική περίοδο 2006-2018. Με βάση στοιχεία που παρέχονται από την Πυροσβεστική Υπηρεσία αναπτύσσεται ένα αρχείο περίπου 5200 πλημμυρικών συμβάντων με αναλυτικά δεδομένα για κάθε συμβάν σε χωρικό και σε χρονικό επίπεδο αλλά και με άλλες σημαντικές πληροφορίες όπως ο χώρος που πλημμύρισε.

Με βάση το αρχείο αυτό που συγκροτείται, πραγματοποιείται σε δεύτερο στάδιο η ανάλυση των πλημμυρών σε διάφορα επίπεδα και με βάση μια σειρά από χαρακτηριστικά και παραμέτρους. Εξετάζεται και αναλύεται η χωρική κατανομή των πλημμυρικών συμβάντων τόσο σε ευρεία όσο και σε πιο περιορισμένη γεωγραφικά κλίμακα, όπως και η χρονική τους κατανομή σε επίπεδο 4ετιών, ετών, εποχών και μηνών. Εξετάζονται επίσης τα χαρακτηριστικά των συμβάντων, δηλαδή το υψόμετρο που εκδηλώθηκαν και η τοποθεσία τους σε σχέση με το υδρογραφικό δίκτυο. Επίσης, χρησιμοποιώντας ως βάση το αρχείο, διερευνώνται και αναλύονται με λεπτομέρεια πλημμυρικά γεγονότα μεγάλης κλίμακας. Με βάση τα αποτελέσματα προκύπτουν παρατηρήσεις και συμπεράσματα για τα πλημμυρικά φαινόμενα στην Αττική και μοτίβα που σχετίζονται με το πότε, πού και πώς εκδηλώνονται.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας βρίσκεται στο ότι η έρευνα και η ανάλυση πραγματοποιείται με βάση το πλημμυρικό ιστορικό στην περιοχή μελέτης, και μάλιστα σε επίπεδο καταγεγραμμένων σημείων που πλημμύρισαν από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Με βάση τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται, ποσοτικοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό η έκταση

του προβλήματος των πλημμυρικών φαινομένων στην Αττική και επίσης συνάγονται συμπεράσματα που αφορούν τους μηχανισμούς εκδήλωσής τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας δύναται δε να συμπληρώσουν άλλες ερευνητικές εργασίες που μελετούν σχετικά ζητήματα όπως για παράδειγμα τον πλημμυρικό κίνδυνο ή τις οικονομικές συνέπειες των πλημμυρών.

### **1.3: Διάρθρωση εργασίας**

Στο **πρώτο** κεφάλαιο γίνεται μια σύνοψη του αντικειμένου της εργασίας, των λόγων που οδήγησαν στην επιλογή και μελέτη του συγκεκριμένου αντικειμένου, ενώ παρουσιάζεται και η διάρθρωσή της. Επίσης πραγματοποιείται μια εισαγωγή στο φαινόμενο της πλημμύρας γενικότερα αλλά και σε ό, τι αυτό αφορά τον ελλαδικό χώρο και παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο που έχει αναπτυχθεί για την αξιολόγηση και διαχείριση του πλημμυρικού κινδύνου. Τέλος, αναπτύσσεται συνοπτικά το εργαλείο των ΓΣΠ, η ιστορική του αναδρομή και ο ρόλος του στην αντιμετώπιση του ζητήματος των πλημμυρών.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο πραγματοποιείται μια περιγραφή της περιοχής μελέτης και των χαρακτηριστικών της. Τα χαρακτηριστικά αυτά που παρουσιάζονται και αναλύονται είναι η γεωμορφολογία της περιοχής, το υδρογραφικό της δίκτυο, τα κλιματικά της χαρακτηριστικά, οι χρήσεις γης, τα εδαφολογικά της χαρακτηριστικά και η βλάστησή της και παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι χάρτες.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο παρουσιάζεται μια ανάλυση του συνόλου των πλημμυρικών συμβάντων του αρχείου ακολουθώντας διάφορες προσεγγίσεις και χρησιμοποιώντας έναν αριθμό παραμέτρων και δεικτών. Η ανάλυση πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο σε περιβάλλον ΣΓΠ ενώ χρησιμοποιούνται επίσης πίνακες και γραφήματα για πιο πλήρη τεκμηρίωση. Αρχικά, εξετάζεται και μελετάται η χωρική κατανομή των πλημμυρών, τόσο σε επίπεδο περιφερειακών ενοτήτων όσο και σε επίπεδο δήμων. Η χωρική κατανομή εξετάζεται επίσης και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, με βάση την χωρική πυκνότητα των συμβάντων. Μετέπειτα εξετάζονται τα χαρακτηριστικά των πλημμυρικών συμβάντων, χρησιμοποιώντας παραμέτρους σχετικές με τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης. Πιο αναλυτικά, πραγματοποιείται ανάλυση των πλημμυρικών συμβάντων με βάση το υψόμετρο που έλαβαν χώρα. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που μελετάται είναι η θέση που εκδηλώθηκαν σε σχέση με τα σημεία του υδρογραφικού δικτύου, τόσο η χιλιομετρική τους απόσταση όσο και η υψομετρική τους διαφορά. Στη συνέχεια, οι πλημμύρες κατανέμονται χρονικά στα έτη του χρονικού διαστήματος που μελετάται, στους μήνες και στις εποχές του έτους αλλά και σε επίπεδο 4ετίας ώστε να εξεταστεί αν παρουσιάζεται αυξητική τάση στην εκδήλωσή τους, αν παρουσιάζουν εποχικότητα και η επαναληψιμότητά τους σε συγκεκριμένα σημεία της περιοχής μελέτης.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα μεγάλης κλίμακας πλημμυρικά συμβάντα που έλαβαν χώρα στην Αττική το χρονικό διάστημα που μελετάται, χρησιμοποιώντας τα συμβάντα της βάσης δεδομένων. Για την ανάλυση αυτή αξιοποιείται πλήθος πηγών όπως ο



τύπος και μελέτες του ακαδημαϊκού χώρου που προσφέρουν σημαντικό όγκο πληροφοριών γύρω από τα εν λόγω συμβάντα, όπως το πώς εκδηλώθηκαν και τι καταστροφές προκάλεσαν. Μελετώνται επίσης τα βροχομετρικά δεδομένα που έχουν καταγραφεί από συγκεκριμένες υπηρεσίες και φορείς σχετικές με το αντικείμενο της μετεωρολογίας και εξετάζεται η χωρική κατανομή της βροχής τις ημερομηνίες εκδήλωσης των γεγονότων.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο παρατίθενται συνοπτικά τα αποτελέσματα της έρευνας από τα κεφάλαια 3 και 4, διατυπώνεται η ερμηνεία τους η οποία τεκμηριώνεται χρησιμοποιώντας στοιχεία άλλων ερευνητικών εργασιών και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτά.

#### **1.4: Πλημμύρες**

Ως **πλημμύρα** ορίζεται η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους, εφήμερα ρεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2007).

Σημαντικό είναι επίσης για λόγους ακρίβειας και σαφήνειας στην παρούσα διπλωματική εργασία να δοθούν οι παρακάτω ορισμοί:

- «Υδατορεύματα ή υδατορέματα ή ρέματα» (μη πλεύσιμοι ποταμοί, χείμαρροι, ρέματα και ρυάκια): οι φυσικές ή διευθετημένες διαμορφώσεις της επιφάνειας του εδάφους που είναι κύριοι αποδέκτες των υδάτων της επιφανειακής απορροής και διασφαλίζουν την διόδευσή τους προς άλλους αποδέκτες σε χαμηλότερες στάθμες. Στην έννοια του υδατορεύματος δεν περιλαμβάνονται τα εγγειοβελτιωτικά έργα όπως αρδευτικές και αποστραγγιστικές τάφροι καθώς και οι πλεύσιμοι ποταμοί.
- «Όχθη ρέματος»: η γραμμή που ενώνει τα άνω άκρα κάθε πρανούς της κοίτης (φρύδι), όπου αυτή αποτελεί διακριτό μορφολογικό στοιχείο του περιβάλλοντος χώρου του υδατορεύματος.
- «Κοίτη»: η φυσική ή διευθετημένη διαμόρφωση του εδάφους στην οποία ρέει μόνιμα ή περιοδικά νερό του υδατορεύματος. Δεν περιλαμβάνονται στην έννοια αυτή οι περιοχές μόνιμης ή περιοδικής κατάκλυσης των υγροτόπων.
- «Λεκάνη Απορροής Ποταμού» (ή «Υδρολογική Λεκάνη») νοείται η έκταση στην οποία συγκεντρώνεται το σύνολο απορροής μέσω διαδοχικών ρευμάτων, ποταμών ή λιμνών και παροχετεύεται στη θάλασσα με ενιαίο στόμιο, εκβολές ή δέλτα.
- «Επικινδυνότητα ή Διακινδύνευση» (Risk) νοείται ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες που συνδέονται μ' αυτή την πλημμύρα.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να κατηγοριοποιηθούν οι τύποι των πλημμυρών και στη βιβλιογραφία δε συναντάται ένας ενιαίος κανόνας καθώς οι πληροφορίες που έχουν καταγραφεί μπορεί να μην επαρκούν, τα κριτήρια είναι μη μετρήσιμα και τα όρια πολλές φορές ασαφή. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας και το γεωγραφικό τμήμα που εξετάζεται, οι πλημμύρες διακρίνονται σε 3 βασικές κατηγορίες ( Berz et al., 2001):

- Ποτάμιες πλημμύρες (River floods): Οι ποτάμιες πλημμύρες είναι αποτέλεσμα έντονης ή/ και συνεχούς βροχής για μέρες ή και εβδομάδες σε μεγάλη γεωγραφική έκταση. Συνήθως προκαλούνται από το συνδυασμό πολλών παραγόντων σε μια δεδομένη περιοχή όπως οι καιρικές συνθήκες, η κατάσταση του εδάφους, τα μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας, οι χρήσεις γης κλπ.
- Αιφνίδιες πλημμύρες (Flash floods): Είναι συνήθως πλημμύρες που προκαλούνται από μεγάλης έντασης βροχή σε μικρή γεωγραφική έκταση και για μικρή χρονική διάρκεια. Μεταξύ των παραγόντων που συμβάλλουν στην εκδήλωσή τους είναι η ένταση και η διάρκεια της βροχής, οι συνθήκες που επικρατούν στο έδαφος, η κλίση του εδάφους κλπ.
- Κύματα καταιγίδας (storm surge): Πρόκειται για κατηγορία πλημμύρας που συμβαίνει ιδιαίτερα σπάνια, έχοντας ωστόσο καταστροφικές συνέπειες. Πρόκειται για πλημμύρες που συμβαίνουν συνήθως σε θάλασσες και μεγάλες λίμνες και προκαλούνται όταν ισχυροί άνεμοι προκαλούν ακραία ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι πλημμύρες αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο με πολύ σημαντικές επιπτώσεις τόσο για την ανθρώπινη ζωή όσο και για την οικονομία, την παραγωγή και τις υποδομές. Ειδικότερα, το ΥΠΕΚΑ παρουσιάζει ως δυνητικές επιπτώσεις της πλημμύρας τις ακόλουθες:

– επιπτώσεις στην ασφάλεια και υγεία των πολιτών: πέραν του κινδύνου για την ανθρώπινη ζωή, περιλαμβάνουν κοινωνικές επιπτώσεις από την πλημμύρα και ζημιές στην λειτουργία σημαντικών κοινωφελών υποδομών (π.χ. δίκτυα κοινής ωφέλειας, νοσοκομεία, γηροκομεία, σχολεία και Πανεπιστήμια), εφόσον αυτά είναι ευπαθή στη πλημμύρα

– οικονομικές επιπτώσεις: στην αξία ακινήτων (οικισμοί, πόλεις, οικίες στον περιαστικό χώρο) και κινητών ιδιοκτησιών (π.χ. αυτοκίνητα, βαρέα οχήματα μεταφοράς), σε εμπορικές, τουριστικές, βιομηχανικές και αγροτικές δραστηριότητες και σε υποδομές μεταφορών (οδικών, σιδηροδρομικών, αεροδρομίων)

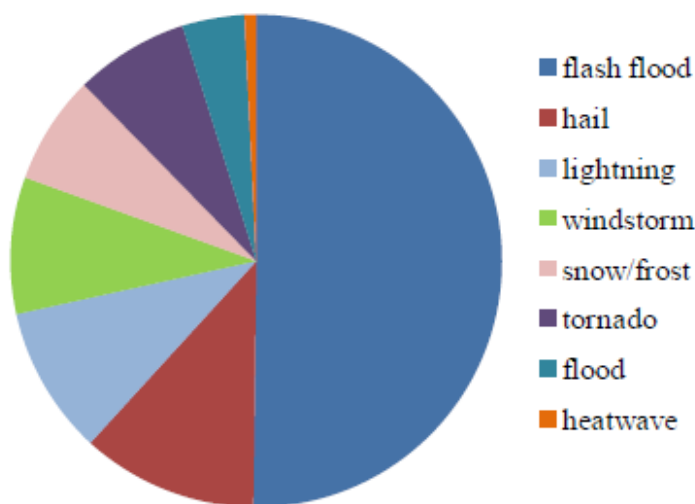
– περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δηλαδή επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και τους οικοτόπους από τη πλημμύρα ή από ρύπανση λόγω της πλημμύρας

– πολιτιστικές επιπτώσεις: επιπτώσεις στα μνημεία, εφόσον αυτά είναι ευπαθή στη πλημμύρα.

Τέλος, σύμφωνα με τον Μαμάση (2009) τα τρία κύρια μεγέθη της πλημμύρας είναι η παροχή αιχμής και η αντίστοιχη στάθμη στο υδατόρευμα, ο πλημμυρικός όγκος, και η χρονική διάρκεια. Τα μεγέθη αυτά συνδέονται με τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης (συνολικό ύψος, ένταση, διάρκεια), της λεκάνης απορροής (έκταση, συντελεστής απορροής, χρόνος συρροής) και των υδατορευμάτων (διατομή, κλίση, τραχύτητα, κατάντη στάθμες).

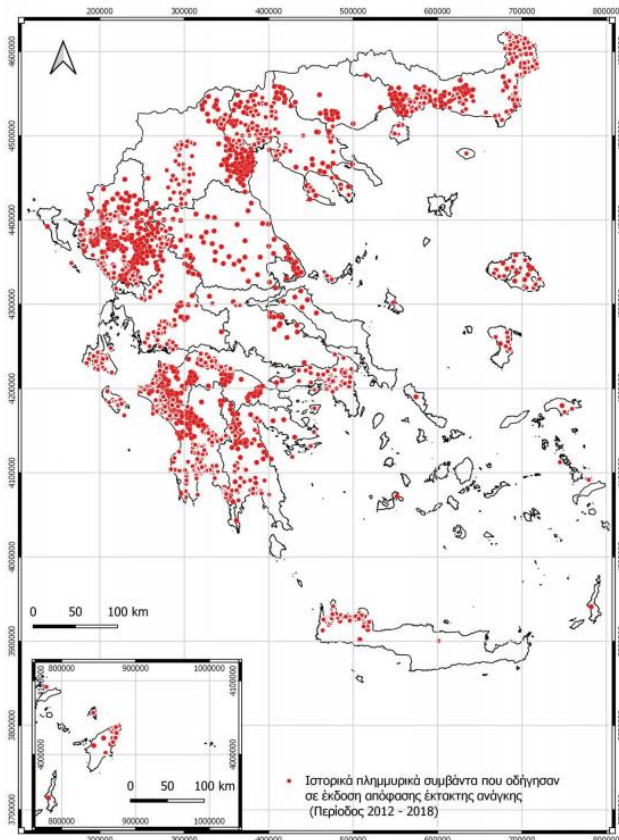
### 1.5: Πλημμύρες στον ελλαδικό χώρο

Σύμφωνα με τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, οι πλημμύρες αποτελούν τη δεύτερη πιο συχνή φυσική καταστροφή, μετά τις δασικές πυρκαγιές. Με βάση υπάρχοντες καταλόγους προκύπτει ότι οι νεκροί εξ αιτίας των πλημμυρών στην Ελλάδα ξεπερνούν τους 200 τον τελευταίο αιώνα (Nikolaïdou and Hatzichristou 1995). Σύμφωνα με τους Παπαγιαννάκη, Λαγουβάρδο και Κοτρώνη (2013) οι πλημμύρες αποτελούν πάνω από το 50% των φυσικών καταστροφών που σχετίζονται με καιρικά φαινόμενα το διάστημα 2001-2011.



Σχήμα 1.3: Κατανομή (%) του συνολικού αριθμού φυσικών καταστροφών σχετικών με καιρικά φαινόμενα (Πηγή: Papagiannaki, et al., 2013)

Επίσης σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), την περίοδο 2012-2018 έχουν εκδοθεί αποφάσεις χορήγησης στεγαστικής συνδρομής για την αποκατάσταση των ζημιών σε κτήρια από πλημμύρες συνολικού ποσού της τάξεως των 65,7 εκατομμυρίων ευρώ, ενώ το αντίστοιχο ποσό αποζημίωσης σε καλλιεργητές ανέρχεται στα 21,4 εκατομμύρια ευρώ. Το ίδιο διάστημα καταγράφονται 1951 περιοχές για τις οποίες έχουν εκδοθεί αποφάσεις κήρυξης έκτακτης ανάγκης.



Χάρτης 1.1: Ιστορικά πλημμυρικά συμβάντα που οδήγησαν σε έκδοση απόφασης κήρυξης έκτακτης ανάγκης κατά την περίοδο 2012-2018 (Πηγή: ΥΠΠΕΝ)

Η Ελλάδα, αποτελεί μια γεωγραφική περιοχή η οποία παρουσιάζει ιδιαιτερότητες όσον αφορά τα κλιματικά, τα υδρολογικά και τα γεωμορφολογικά της χαρακτηριστικά. Διαθέτει ανάγλυφο το οποίο είναι ανομοιογενές και μεταβάλλεται έντονα παρουσιάζοντας αξιοσημείωτες μορφολογικές κλίσεις και μορφολογικές ασυνέχειες. Επιπλέον, παρουσιάζει πολύπλοκη και ιδιαίτερα μεγάλη σε μήκος ακτογραμμή, που σε συνδυασμό με τους παράγοντες που αναφέρθηκαν οδηγούν σε πλήθος μικρών απότομων υδρολογικών λεκανών. Το μεγαλύτερο μέρος των ρεμάτων χαρακτηρίζονται ως εφήμερα, χωρίς μόνιμη ροή στην επιφάνεια λόγω και της παρουσίας καρστικών σχηματισμών στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας το οποίο οδηγεί σε αυξημένη διήθηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται στους πολίτες μια αίσθηση ασφάλειας η οποία όμως είναι πλασματική. Έτσι, συχνά σε σημεία που παρουσιάζουν ιδιαίτερη επικινδυνότητα για την εκδήλωση πλημμυρικών επεισοδίων αναπτύσσεται ανθρώπινη δραστηριότητα λόγω του ότι αυτά εκδηλώνονται σπάνια. Επιπλέον, η έντονη αστικοποίηση, η σημαντική συγκέντρωση πληθυσμού γύρω από τα αστικά κέντρα, και ο μη επαρκής έλεγχος της δόμησης οδηγεί σε πολλές περιπτώσεις να παρατηρείται ανθρώπινη δραστηριότητα, ακόμα και κατοικίες, σε κοίτες εφήμερων ρεμάτων. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται εντονότερα σε

παράκτιες περιοχές όπου η τουριστική βιομηχανία παρουσιάζει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Το κλίμα της Ελλάδας παρουσιάζει έντονη γεωγραφική μεταβλητότητα. Σε αυτό, ιδιαίτερο ρόλο παίζει η μεγαλύτερη οροσειρά της χώρας, η Πίνδος, η οποία εκτείνεται από τα βορειοδυτικά μέχρι και την Κρήτη και χωρίζει την χώρα σε 2 μεγάλες περιοχές που διαφέρουν αισθητά όσον αφορά το υδροκλιματικό προφίλ. Έτσι, η Δυτική Ελλάδα εμφανίζει περιοχές με ετήσια βροχόπτωση που υπερβαίνει τα 2000 χιλιοστά ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην ανατολική ηπειρωτική Αττική είναι της τάξης των 400 χιλιοστών (Koutsoyiannis et al, 2012).

Η συντριπτική πλειοψηφία των πλημμυρών στην Ελλάδα εκδηλώνεται με τη μορφή αιφνίδιας πλημμύρας (flash flood), μια κατηγορία που η εκδήλωσή της ευνοείται ιδιαίτερα από τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Οι πλημμύρες αυτές παρουσιάζουν την ιδιαιτερότητα ότι συμβαίνουν ξαφνικά, με ελάχιστη έως μηδαμινή προειδοποίηση, συνεπώς μπορούν να αποδειχθούν ιδιαίτερα καταστροφικές. Σε γενικές γραμμές, τα πλημμυρικά φαινόμενα στον ελλαδικό χώρο προκαλούνται από έντονες καταιγίδες μικρής διάρκειας που προέρχονται από το δυτικό τμήμα της χώρας. Έντονα καιρικά φαινόμενα που προκαλούν πλημμυρικά συμβάντα εκδηλώνονται και τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω του κλίματος της Ελλάδας. Η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης, η τοπογραφία του εδάφους, οι συνθήκες του εδάφους, η φυτοκάλυψη, η καταστροφή των δασών και η αστικοποίηση είναι μερικοί από τους παράγοντες που ευθύνονται για την εκδήλωση μιας ξαφνικής πλημμύρας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που το δυτικό κομμάτι της χώρας παρουσιάζει υψηλότερα επίπεδα βροχόπτωσης, τα μεγάλης κλίμακας πλημμυρικά επεισόδια είναι συχνό φαινόμενο και στην ανατολική Ελλάδα που χαρακτηρίζεται από πιο ξηρές περιοχές. Έχει παρατηρηθεί, μάλιστα, ότι στις ξηρές περιοχές εμφανίζεται ο μεγαλύτερος λόγος μέγιστης ημερήσιας βροχόπτωσης προς τη μέση ετήσια βροχόπτωση, με τις τιμές σε ορισμένες περιοχές να ξεπερνούν το 25%, κάτι που σημαίνει ότι σε μία μέρα καταγράφεται το ένα τέταρτο της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης.

### **1.6: Θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης πλημμυρών**

Στην Ελλάδα, από την 26/11/2007 έχει τεθεί σε ισχύ η οδηγία 2007/60/EK η οποία εκδόθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της 23ης Οκτωβρίου του 2007, για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

Σκοπός της Οδηγίας 2007/60/EK είναι η θέσπιση πλαισίου για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας με στόχο τη μείωση των αρνητικών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες.

Η οδηγία ξεκινά εκτιμώντας τα ακόλουθα, μεταξύ άλλων:

(1) Οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν θανάτους, μετακινήσεις πληθυσμών και ζημιές στο περιβάλλον, να θέσουν σοβαρά σε κίνδυνο την οικονομική ανάπτυξη και να υπονομεύσουν τις οικονομικές δραστηριότητες της Κοινότητας.

(2) Οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα τα οποία είναι αδύνατο να προληφθούν. Ωστόσο, ορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες (όπως η αύξηση των ανθρωπίνων οικισμών και περιουσιακών στοιχείων στις πλημμυρικές περιοχές καθώς και η μείωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους όσον αφορά την κατακράτηση υδάτων κατά τη χρήση γης) συμβάλλουν στην αύξηση της πιθανότητας επέλευσης φαινομένων πλημμύρας και των αρνητικών τους επιπτώσεων.

(3) Είναι σκόπιμο και επιθυμητό να μειωθεί ο κίνδυνος των αρνητικών συνεπειών που συνδέονται με τις πλημμύρες, ιδίως στην ανθρώπινη υγεία και ζωή, στο περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά, στην οικονομική δραστηριότητα και στις υποδομές. Εντούτοις, τα μέτρα για τη μείωση αυτών των κινδύνων θα πρέπει, κατά το μέτρο του δυνατού, να συντονίζονται σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού για να είναι αποτελεσματικά.

Η οδηγία 2007/60/EK βρίσκεται σε συντονισμό με την οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000, η οποία στοχεύει στη θέσπιση πλαισίου στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και επιβάλλει την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού με στόχο την επίτευξη καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης. Αν και συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων των συμβάντων της πλημμύρας η μείωση του κινδύνου της πλημμύρας δεν είναι ένας από τους κύριους στόχους της εν λόγω οδηγίας ενώ δε λαμβάνονται υπόψη μελλοντικές αλλαγές που αφορούν τους κινδύνους πλημμύρας. Η ανάπτυξη σχεδίων δράσης των λεκανών απορροής ποταμού στο πλαίσιο της οδηγίας 2000/60/EK και σχεδίων διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας, στο πλαίσιο της οδηγίας 2007/60/EK αποτελούν στοιχεία της ολοκληρωμένης διαχείρισης της λεκάνης απορροής ποταμού. Παράλληλα γίνεται παραπομπή και στους περιβαλλοντικούς στόχους της 2000/60 ώστε να εξασφαλίζεται η εύλογη χρήση των πόρων και σημειώνεται ότι οι αρμόδιες αρχές και οι μονάδες διαχείρισης στο πλαίσιο των 2 οδηγιών ενδέχεται να είναι διαφορετικές. Αναφορά γίνεται και σε άλλες κοινοτικές οδηγίες όπως η 1999/468/EK.

Οι βασικές απαιτήσεις της 2007/60/EK χωρίζονται σε 3 στάδια:

- 1ο Στάδιο: Προκαταρκτική εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας στις λεκάνες απορροής των ποταμών και τις αντίστοιχες παράκτιες ζώνες και προσδιορισμός των περιοχών όπου υπάρχουν δυνητικά σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας ή είναι πιθανό να σημειωθεί πλημμύρα (Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας). Κατά την προκαταρκτική αξιολόγηση, όπως αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 θα πρέπει να περιλαμβάνονται οι χάρτες των λεκανών απορροής του ποταμού με τα όρια των λεκανών και των υπολεκανών απορροής

και των παράκτιων ζωνών αν υπάρχουν, περιγράφοντας τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και τις χρήσεις γης. Δεύτερον, θα πρέπει να γίνεται περιγραφή των πλημμυρών που σημειώθηκαν στο παρελθόν, μαζί με την έκτασή τους, των οδών αποστράγγισης και αξιολόγηση αρνητικών επιπτώσεων που προκάλεσαν. Τρίτον, περιγραφή σημαντικών πλημμυρών που σημειώθηκαν στον παρελθόν μέσα από τις οποίες θα μπορούσαν να προβλεφθούν οι αρνητικές συνέπειες παρόμοιων φαινομένων στο μέλλον. Τέλος, θα πρέπει να αξιολογηθούν οι δυνητικές αρνητικές συνέπειες των μελλοντικών πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την οικονομική δραστηριότητα και την πολιτιστική κληρονομιά λαμβάνοντας υπόψη πλήθος ζητημάτων όπως η θέση και τα χαρακτηριστικά των υδατορευμάτων και η αποτελεσματικότητα των υφισταμένων τεχνητών υποδομών προστασίας από πλημμύρες.

- 2ο Στάδιο: Κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χαρτών Κινδύνων Πλημμύρας για τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας. Όπως αναφέρεται στο άρθρο 6 οι χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας καλύπτουν τις γεωγραφικές περιοχές που θα μπορούσαν να πλημμυρίσουν σύμφωνα με τα ακόλουθα σενάρια:
  1. Πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας ή σεμινάρια ακραίων φαινομένων
  2. Πλημμύρες μέσης πιθανότητας (με πιθανή περίοδο επαναληπτικότητας  $\geq 100$  χρόνια)
  3. Πλημμύρες υψηλής πιθανότητας

Για κάθε σενάριο από τα παραπάνω παρατίθενται η έκταση της πλημμύρας, το βάθος του νερού και ανάλογα με την περίπτωση η ταχύτητα ροής ή η σχετική ροή των υδάτων. Οι δυνητικές συνέπειες που περιλαμβάνουν οι χάρτες πλημμύρας περιλαμβάνουν τον ενδεικτικό αριθμό κατοίκων που ενδέχεται να πληγούν, τον τύπο της οικονομικής δραστηριότητας στην περιοχή που πρόκειται να πληγεί, εγκαταστάσεις που ενδέχεται να προκαλέσουν τυχαία ρύπανση και άλλες πληροφορίες που θεωρεί το κάθε κράτος χρήσιμες.

- 3ο Στάδιο: Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Όπως αναφέρεται στο άρθρο 7 τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως το κόστος και τα οφέλη, την έκταση της πλημμύρας και τις οδούς και περιοχές αποστράγγισης των πλημμυρών με δυνατότητα συγκράτησης των πλημμυρών, τον χωροταξικό σχεδιασμό, τις υποδομές και τους περιβαλλοντικούς όρους της οδηγίας 2000/60. Επίσης καλύπτουν όλες τις πτυχές της διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας εστιαζόμενα στη πρόληψη, τη προστασία και την ετοιμότητα συμπεριλαμβανομένων των προβλέψεων πλημμυρών και συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης και λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης λεκάνης ή υπολεκάνης απορροής του ποταμού.

Τέλος, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1108 Β'/21.07.2010) όπως ισχύει η γεωγραφική μονάδα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ είναι είναι η Περιοχή Λεκανών Απορροής Ποταμού (που αντιστοιχεί στον όρο Υδατικό Διαμέρισμα του άρθρου 3 του Π.Δ. 51/2007), η ίδια γεωγραφική μονάδα εφαρμογής και της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά.

Με την υπ. αριθμ 706/16-07-2010 (ΦΕΚ 1383 Β'/02.09.2010) απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων όπως διορθώθηκε και ισχύει και την έγκριση των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας έχουν καθοριστεί σε επίπεδο χώρας σαράντα έξι (46) Λεκάνες Απορροής Ποταμών, οι οποίες υπάγονται σε δεκατέσσερις (14) Περιοχές Λεκανών Απορροής Ποταμών (Υδατικά Διαμερίσματα):

<b>Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδος</b>
ΥΔ ΕΛ01 : Δυτική Πελοπόννησος
ΥΔ ΕΛ02 : Βόρεια Πελοπόννησος
ΥΔ ΕΛ03 : Ανατολική Πελοπόννησος
ΥΔ ΕΛ04 : Δυτική Στερεά Ελλάδα
ΥΔ ΕΛ05 : Ήπειρος
ΥΔ ΕΛ06 : Αττική
ΥΔ ΕΛ07 : Ανατολική Στερεά Ελλάδα
ΥΔ ΕΛ08 : Θεσσαλία
ΥΔ ΕΛ09 : Δυτική Μακεδονία
ΥΔ ΕΛ10 : Κεντρική Μακεδονία
ΥΔ ΕΛ11 : Ανατολική Μακεδονία
ΥΔ ΕΛ12 : Θράκη
ΥΔ ΕΛ13 : Κρήτη
ΥΔ ΕΛ14 : Νήσοι Αιγαίου

Πίνακας 1.1: Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδος





Χάρτης 1.2: Υδατικά Διαμερίσματα Χώρας (Πηγή: ΕΓΥ)

### **1.7: Η χρήση των ΣΓΠ στην αντιμετώπιση των πλημμυρών**

Διαφορετικά συστήματα που ενσωματώνουν πληθώρα τεχνικών και πρακτικών έχουν αναπτυχθεί με στόχο την αποτελεσματική αντιμετώπιση από το φαινόμενο της πλημμύρας. Οι υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας εξετάζουν και ερευνούν διαφορετικές μεθόδους ώστε να εφαρμόσουν μέτρα πλημμυρικής προστασίας, να μειώσουν τον πλημμυρικό κίνδυνο και να ευαισθητοποιήσουν το κοινό.

Τα μέτρα για την αντιμετώπιση του πλημμυρικού κινδύνου χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες: κατασκευαστικού χαρακτήρα και μη κατασκευαστικού χαρακτήρα. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται δίκτυα ομβρίων, εκτροπές ποταμών, αντιπλημμυρικοί ταμιευτήρες,

αναχώματα και προστατευτικοί τοίχοι κλπ. Στα μη κατασκευαστικά μέτρα περιλαμβάνονται τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης (early warning systems), ο έλεγχος και η συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων στις αστικές περιοχές, η διαρκής ενημέρωση του κοινού και η αναίρεση της εσφαλμένης αντίληψης για απόλυτη προστασία κλπ. Λόγω της τρωτότητας που παρουσιάζουν οι κατασκευές στην πλημμύρα, των υδρολογικών και υδραυλικών αβεβαιοτήτων αλλά και των οικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα μη κατασκευαστικά μέτρα η χρήση τους προκρίνεται έναντι των κατασκευαστικών μέτρων ή και παράλληλα με αυτά.

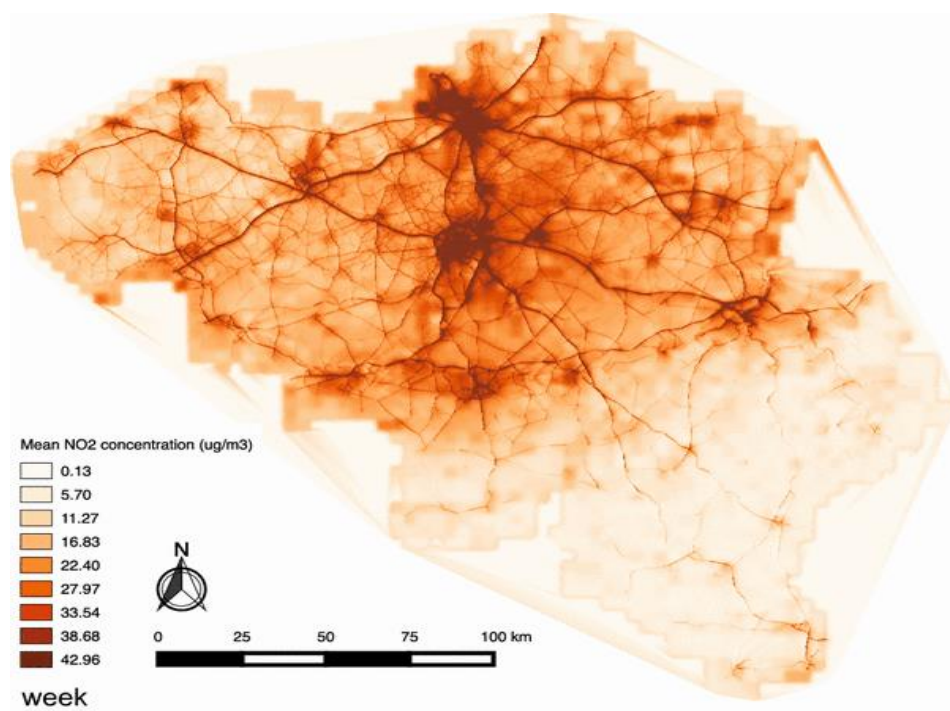
Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία στην προσπάθεια του ανθρώπου να καταγράψει τα περιστατικά των πλημμυρών και να τα αναλύσει, να κατανοήσει συνολικά το φαινόμενο της πλημμύρας αλλά και να μπορέσει να προβλέψει πλημμυρικά γεγονότα και να εντοπίσει περιοχές ευάλωτες σε αυτά ώστε εν τέλει να μπορεί να προστατευθεί και να είναι πιο ασφαλής αποτελούν τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ).

Ένας από τους ορισμούς που έχουν δοθεί για τα ΣΓΠ είναι ο εξής: Αποτελεί εργαλείο για λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, που αποτελείται αφενός από μια βάση δεδομένων που περιέχει στοιχεία για μια έκταση προσδιορισμένα στο χώρο τα οποία σχετίζονται με τη γη και αφετέρου αποτελείται από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση δεδομένων του συστήματος είναι ένα ενιαίο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη. (Federation International des Geometres, 1983)

Η χρήση των ΣΓΠ ξεκινάει από αρκετά παλιά. Μία από τις πιο επιτυχημένες περιπτώσεις χωρικής ανάλυσης, δηλαδή απεικόνισης δεδομένων σε χάρτη αλλά και καταγραφής παρατηρήσεων-μοτίβων από αυτήν σημειώνεται στο Λονδίνο το 1855 όπου ο επιδημιολόγος John Snow παρατήρησε ότι τα περιστατικά της χολέρας συγκεντρώνονταν γύρω από τις πηγές νερού, πολύ σημαντικό βήμα για την αντιμετώπιση της νόσου. Η πρώτη τους χρήση σε ευρεία κλίμακα και σε ψηφιακό περιβάλλον εντοπίζεται στον Καναδά το 1963 (CGIS) όπου χρησιμοποιήθηκε από την κυβέρνηση της χώρας στην οργανωμένη απεικόνιση και διαχείριση των χρήσεων γης. Για αρκετό χρονικό διάστημα χρησιμοποιήθηκαν μόνο πειραματικά και κυρίως χρηματοδοτούμενα από κυβερνήσεις προηγμένων τεχνολογικά χωρών. Έπειτα, άρχισε να διαδίδονται όλο και περισσότερο στο χώρο των εταιρειών και σε άλλα σημεία του πλανήτη και να κάνουν τα πρώτα βήματα στην εμπορική του χρήση, αλλά και να κερδίζουν έδαφος στον ακαδημαϊκό κόσμο. Στη συνέχεια ορισμένες εταιρείες ανέπτυξαν τα πρώτα ΣΓΠ που είχαν μεταξύ άλλων ως χαρακτηριστικό την ευκολία στο χειρισμό και απευθύνονταν σε ένα βαθμό και στον απλό χρήστη ηλεκτρονικού υπολογιστή όπου γίνεται αναντικατάστατο εργαλείο σε πολλούς τομείς της

ανθρώπινης δραστηριότητας και προσβάσιμο στον περισσότερο κόσμο. (Waters, 2018). Τελικά, με την πάροδο του χρόνου και την αλματώδη πρόοδο της τεχνολογίας, την ανάπτυξη του διαδικτύου και της ταχύτητας στην ανταλλαγή τεράστιου όγκου πληροφοριών αποκτούν όλο και περισσότερες εφαρμογές. Παράλληλα, βελτιώνονται όλοι οι ποιοτικοί δείκτες που σχετίζονται με αυτά όπως η ακρίβεια και η ευκολία στη χρήση και στην εκμάθησή του.

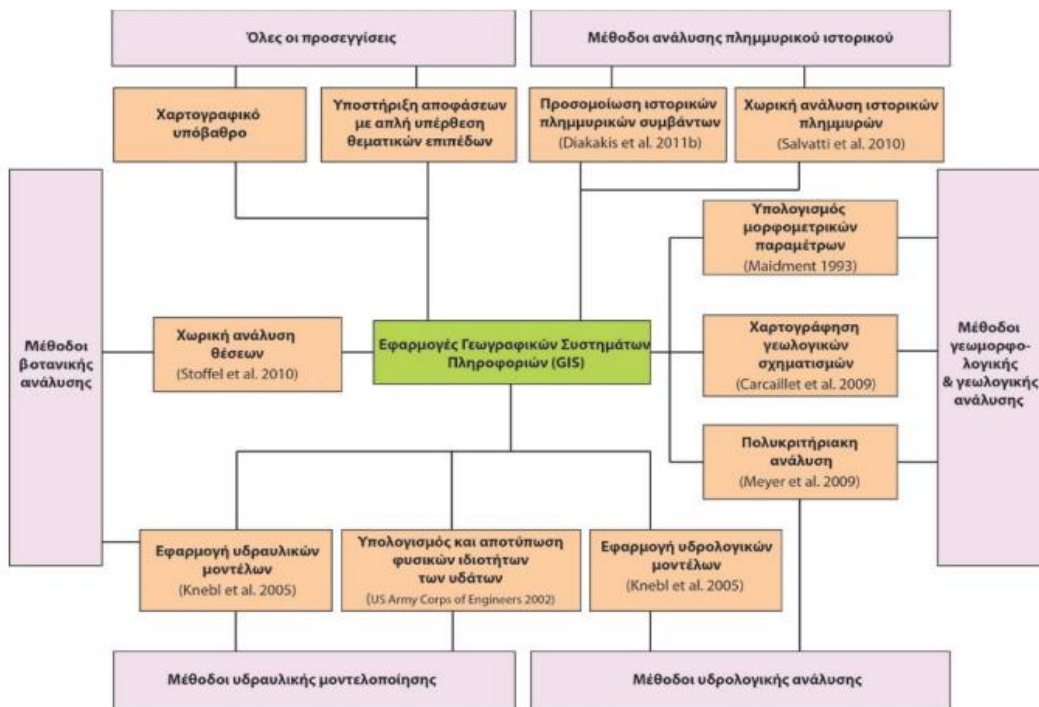
Σήμερα, τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών καλύπτουν ένα πολύ μεγάλο εύρος εφαρμογών και χρησιμοποιούνται σε πολλά και διαφορετικά επιστημονικά πεδία και περιπτώσεις όπως ο σχεδιασμός συγκοινωνιών, η διεξαγωγή εκλογών, η ανάλυση και πρόληψη ατυχημάτων. Έχουν γίνει επίσης αναντικατάστατο εργαλείο των κρατικών φορέων ανά τον κόσμο λόγω της ευελιξίας τους, του μειωμένου κόστους χρήσης, αλλά και λόγω του ότι δίνουν τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μεγάλου όγκου πληροφοριών, εύκολα κατανοήσιμων από το μεγαλύτερο μέρος του κοινού.



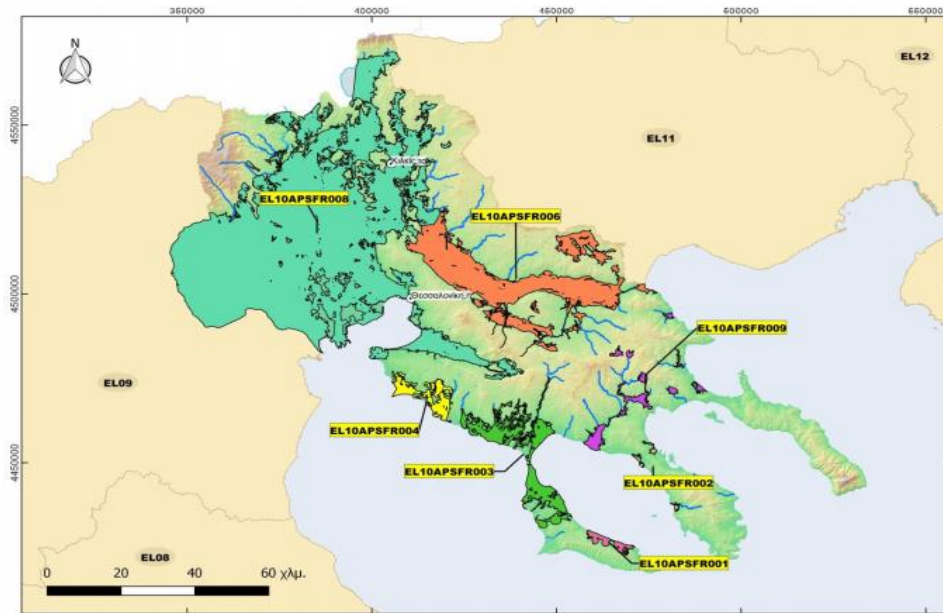
Σχήμα 1.4: Απεικόνιση σε χάρτη της συγκέντρωσης του NO<sub>2</sub> στο Βέλγιο στις 8/10/2015 (Πηγή: Dewulf et al., 2016)

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο στην προσπάθεια του ανθρώπου να αντιμετωπίσει και να προστατευθεί από τα πλημμυρικά φαινόμενα. Χρησιμοποιούνται αυτοτελώς, προσφέροντας ακρίβεια και ταχύτητα στη χωρική ανάλυση και αποτύπωση αλλά και επικουρικά, ως προαπαιτούμενο προκειμένου να πραγματοποιηθούν άλλου είδους αναλύσεις ή ως υπόβαθρο σε υδραυλικά/υδρολογικά μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα, τα ΣΓΠ χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση και χωρική ανάλυση ιστορικών πλημμυρών και

εντοπισμό των περιοχών που πλήττονται περισσότερο. Χρησιμοποιούνται επίσης στην αποτύπωση και χωρική κατανομή των επιπτώσεων των πλημμυρών όπως για παράδειγμα τον αριθμό των νεκρών ή το ύψος των ζημιών. Επιπλέον, με χρήση ΣΓΠ γίνεται η συγκρότηση χαρτών πλημμυρικού κινδύνου με μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης, επιλέγοντας δηλαδή και λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά από δείκτες όπως η πληθυσμιακή πυκνότητα, οι χρήσεις γης, οι πηγές ρύπανσης κλπ. Ακόμα, βρίσκουν εφαρμογή σε μεθόδους προσομοίωσης πλημμυρικών επεισοδίων, ανάλυσης και μελέτης των δυνητικών επιπτώσεών τους. Τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρο για διάφορους σκοπούς όπως η χορήγηση αποζημιώσεων, η επιλογή θέσεων για εφαρμογή αντιπλημμυρικών μέτρων και η λήψη αποφάσεων για θέματα πολιτικής προστασίας.



Σχήμα 1.5: Γενικές κατηγορίες προσεγγίσεων στις οποίες χρησιμοποιούνται τα λογισμικά GIS για τη μελέτη του πλημμυρικού κινδύνου (Πηγή: Διακάκης 2012)



Χάρτης 1.3: ΥΔ Κεντρικής Μακεδονίας (EL10) Ζώνες Δυσητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (Πηγή: ΕΓΥ, 2012)

## 2. Περιοχή Μελέτης

---

### 2.1: Εισαγωγή

Η περιοχή που μελετάται στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι το ηπειρωτικό τμήμα της περιφέρειας Αττικής, το οποίο αποτελεί και τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (ΥΔ 06). Βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της Στερεάς Ελλάδας και σε αυτήν βρίσκεται η πρωτεύουσα της χώρας, η Αθήνα. Συνορεύει δυτικά με το νομό Κορινθίας και Βοιωτίας, βόρεια με το νομό Εύβοιας και βρέχεται από τον Ευβοϊκό, το Σαρωνικό και τον Κορινθιακό κόλπο. Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει 7 από τις 8 περιφερειακές ενότητες της περιφέρειας Αττικής (εξαιρείται η Περιφερειακή Ενότητα Νήσων) και 58 από τους 66 δήμους της (εξαιρούνται οι Δήμοι Αγκιστρίου, Αίγινας, Κυθήρων, Πόρου, Σαλαμίνας, Σπετσών, Τροιζηνίας, Ύδρας), έχει έκταση περίπου 2900 km<sup>2</sup> και πληθυσμό περίπου 3.700.000 σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2011
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	1.029.520
Δήμος Αθηναίων	664.046
Δήμος Βύρωνος	61.308
Δήμος Γαλατσίου	59.345
Δήμος Δάφνης – Υμηττού	33.628
Δήμος Ζωγράφου	71.026
Δήμος Ηλιουπόλεως	78.153
Δήμος Καισαριανής	26.458
Δήμος Φιλαδελφείας – Χαλκηδόνας	35.556
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	591.680
Δήμος Αγίας Παρασκευής	59.704
Δήμος Αμαρουσίου	72.333
Δήμος Βριλησίων	30.741
Δήμος Ηρακλείου	49.642
Δήμος Κηφισιάς	70.600
Δήμος Λυκόβρυσης – Πεύκης	31.002
Δήμος Μεταμορφώσεως	29.891
Δήμος Νέας Ιωνίας	67.134
Δήμος Παπάγου – Χολαργού	44.539
Δήμος Πεντέλης	34.934
Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού	26.968
Δήμος Χαλανδρίου	74.192
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	489.675
Δήμος Περιστερίου	139.981
Δήμος Αγίας Βαρβάρας	26.550
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού	62.529
Δήμος Αιγάλεω	69.946

Δήμος Ιλίου	84.793
Δήμος Πετρούπολης	58.979
Δήμος Χαϊδαρίου	46.897
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ</b>	<b>529.826</b>
Δήμος Καλλιθέας	100.641
Δήμος Αγίου Δημητρίου	71.294
Δήμος Αλίμου	41.720
Δήμος Γλυφάδας	87.305
Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης	51.356
Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου	40.413
Δήμος Νέας Σμύρνης	73.076
Δήμος Παλαιού Φαλήρου	64.021
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ</b>	<b>502.348</b>
Δήμος Αχαρνών	106.943
Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης	48.399
Δήμος Διονύσου	40.193
Δήμος Κρωπίας	30.307
Δήμος Λαυρεωτικής	25.102
Δήμος Μαραθώνα	33.423
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας	20.040
Δήμος Παιανίας	26.668
Δήμος Παλλήνης	54.415
Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου	20.266
Δήμος Σαρωνικού	29.002
Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος	33.821
Δήμος Ωρωπού	33.769
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ</b>	<b>160.927</b>
Δήμος Ελευσίνας	29.902
Δήμος Ασπροπύργου	30.251
Δήμος Μάνδρας – Ειδυλλίας	17.885
Δήμος Μεγαρέων	36.924
Δήμος Φυλής	45.965
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΙΡΑΙΑ</b>	<b>448.997</b>
Δήμος Πειραιώς	163.688
Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας	91.045
Δήμος Κορυδαλλού	63.445
Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη	105.430
Δήμος Περάματος	25.389

Πίνακας 2.1: Πληθυσμός Δήμων Αττικής με βάση την απογραφή του 2011

Αν και καλύπτει πολύ μικρό κομμάτι της χώρας σε έκταση, στο γεωγραφικό κομμάτι που μελετάται κατοικεί μόνιμα πάνω από το 1/3 του πληθυσμού της χώρας, και πρόκειται για την περιοχή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη πυκνοκατοίκηση, ειδικά στο πολεοδομικό συγκρότημα Αθήνας-Πειραιά. Παράλληλα, ο ρόλος που παίζει στην οικονομική και παραγωγική

δραστηριότητα της χώρας είναι εξαιρετικής σημασίας καθώς συγκεντρώνει το μεγαλύτερο κομμάτι του τριτογενούς τομέα που συμβάλλει σε μεγάλο ποσοστό στο ΑΕΠ της χώρας με κλάδους όπως το εμπόριο, ο τουρισμός, οι μεταφορές και ο χρηματοπιστωτικός να σημειώνουν έντονη παρουσία. Στο γεγονός αυτό σημαντικό ρόλο παίζει, μεταξύ άλλων, η εγγύτητα στα κέντρα λήψης αποφάσεων και η παρουσία πολλών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και κέντρων έρευνας.

Όσον αφορά στο δευτερογενή τομέα της περιοχής, παρουσιάζονται κατά κύριο λόγο τομείς μεσαίας τεχνολογίας όπως η βιομηχανία τροφίμων-ποτών, τα μεταλλικά προϊόντα, τα χημικά-φαρμακευτικά προϊόντα και τα ναυπηγεία. Το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας του δευτερογενούς τομέα παρουσιάζεται στη Δυτική Αττική η οποία αποτελεί μία από τις κυριότερες βιομηχανικές περιοχές της χώρας. Κυριότερα κέντρα της περιοχής η Μάνδρα, η Ελευσίνα, ο Ασπρόπυργος και η Μαγούλα.

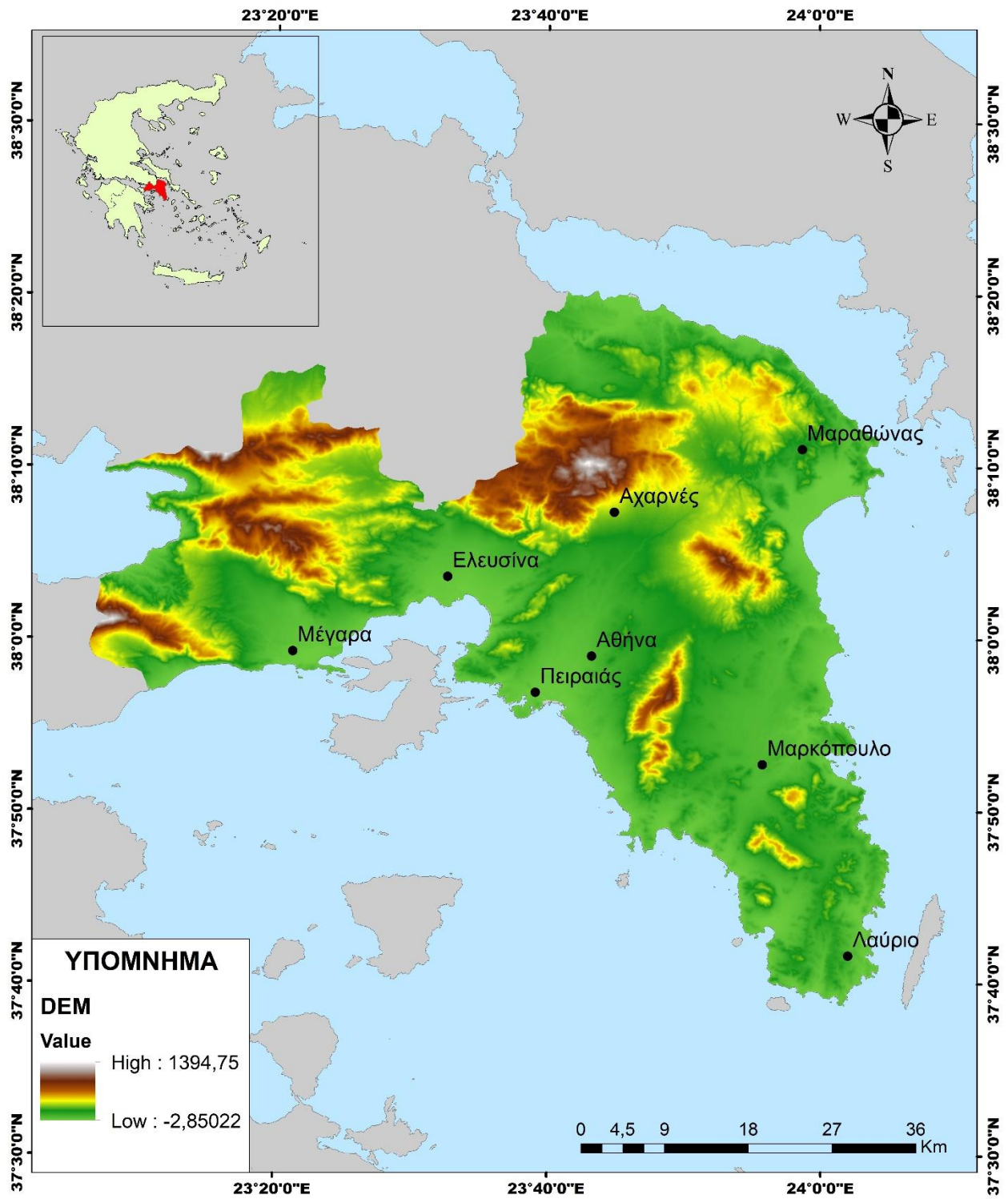
Ο πρωτογενής τομέας εντοπίζεται κυρίως σε περιοχές όπως η Ανατολική Αττική (Μαραθώνας), η Αυλώνα και τα Μέγαρα με κλάδους όπως η αμπελουργία, η ελαιοκομία και οι δενδρώδεις καλλιέργειες.

## **2.2: Γεωμορφολογία Περιοχής**

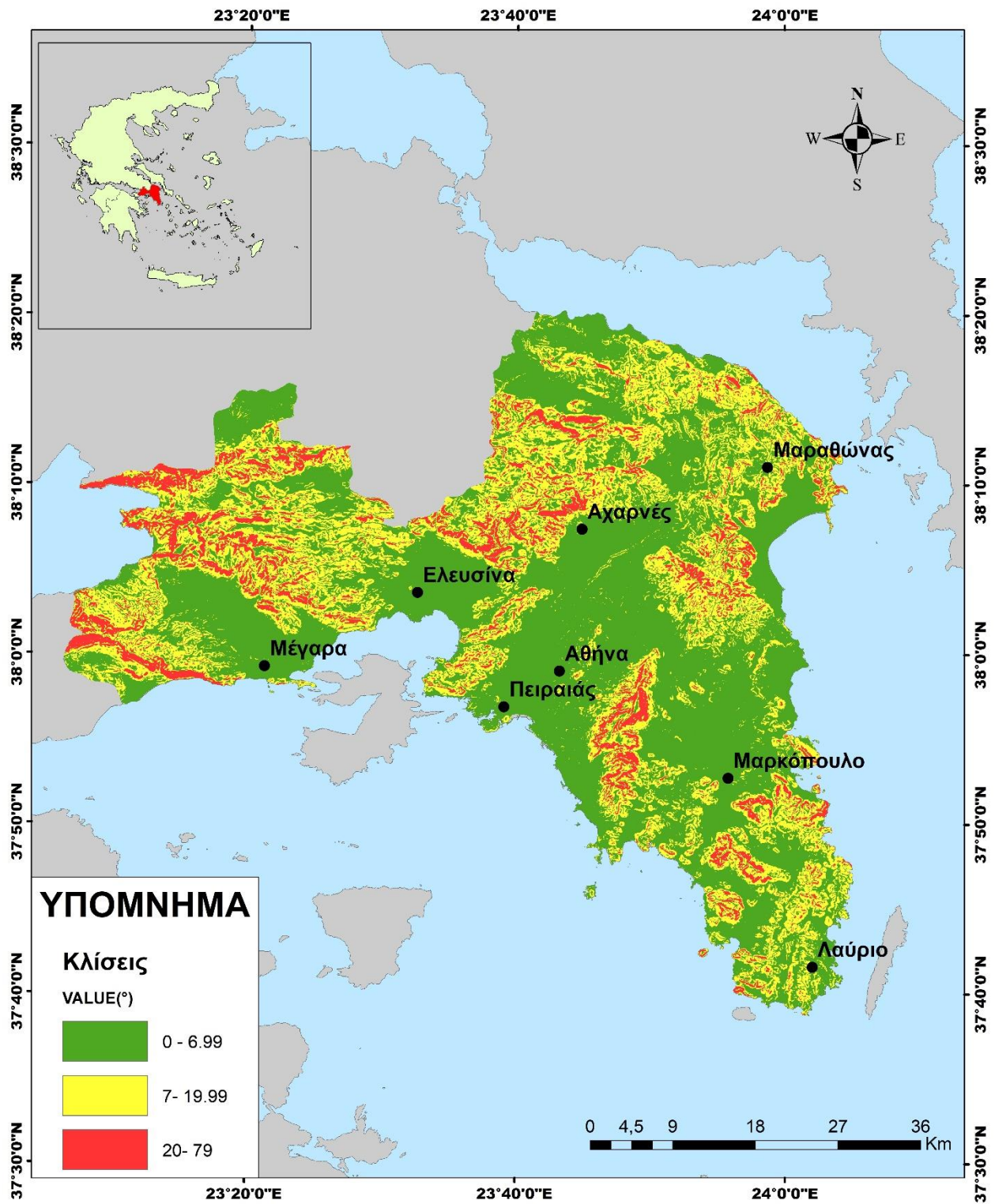
Η περιοχή μελέτης είναι κατά κύριο λόγο επίπεδη και λοφώδης, με το μεγαλύτερο μέρος του να είναι πεδινό. Παρουσιάζει πολυσχιδές ανάγλυφο που χαρακτηρίζεται από επιμήκους ανάπτυξης και μεταβαλλόμενης διεύθυνσης ορεινές μάζες που διακρίνονται από ενδιάμεσες πεδινές λεκάνες. Περιλαμβάνει 4 βουνά με υψόμετρο πάνω από 1.000 m, (Πάρνηθα με 1.413 m, Κιθαιρώνας με 1.401 m, Πεντέλη με 1.108 m, Υμηττός με 1.025 m) ενώ οι πεδινές εκτάσεις εντοπίζονται κυρίως κοντά στις ακτές. Στο βόρειο και δυτικό τμήμα της υψώνονται η Πάρνηθα το όρος Πατέρας, ο Κιθαιρώνας και τα Γεράνεια Όρη αλλά και μικρότεροι ορεινοί όγκοι όπως το Αιγάλεω. Στο ανατολικό τμήμα εντοπίζονται βόρεια η Πεντέλη και στο νότιο ο Υμηττός. Μικρότεροι ορεινοί όγκοι ανατολικά είναι ο Μαραθώνας, η Λαυρεωτική και το Πάνειον Όρος. Το μέσο υψόμετρο είναι 115 m. Γενικότερα η κατανομή των υψομέτρων είναι η εξής, κατά προσέγγιση: 10% έχει υψόμετρο πάνω από 600 m, το 40% μεταξύ 200 και 600 m, το 50% έχει υψόμετρο μικρότερο των 200 m. Όπως μπορεί να δει κανείς στον παρακάτω χάρτη, τα μεγαλύτερα υψόμετρα παρατηρούνται στο βόρειο και δυτικό τμήμα της Αττικής ενώ νότια και ανατολικά το ανάγλυφο παρουσιάζεται πεδινό και με μικρότερα υψόμετρα. Επίσης η κατανομή των κλίσεων εδάφους είναι η εξής: στο 30% παρουσιάζει επίπεδο ανάγλυφο με κλίσεις 0-5%, το 20% ανάγλυφο κυματώδες με κλίσεις 5-10%, το 30% λοφώδες ανάγλυφο με κλίσεις 10-30%, και το 20% επικλινές ανάγλυφο με κλίσεις >30%. Οι μεγαλύτερες τιμές των μορφολογικών κλίσεων σημειώνονται γύρω από τους ορεινούς όγκους των Γερανείων, του όρους Πατέρας, του Κιθαιρώνα, της Πάρνηθα, του Υμηττού και της Πεντέλης. Τα όρη Αιγάλεω, Ποικίλο, Πάρνηθα, Πεντέλη και Υμηττός οριοθετούν το Λεκανοπέδιο Αττικής, όπου βρίσκεται το πολεοδομικό



συγκρότημα Αθήνας-Πειραιά και εκτείνεται η λεκάνη του Κηφισού που διασχίζεται από τον ομώνυμο ποταμό με κατεύθυνση από Β.ΒΑ προς Ν.ΝΔ. Άλλες πεδιάδες είναι το Θριάσιο Πεδίο στα δυτικά που οριοθετείται από το Όρος Πατέρας, την Πάρνηθα, το Ποικίλο Όρος και το Αιγάλεω και η πεδιάδα των Μεσογείων ανατολικά του Υμηττού.



Χάρτης 2.1: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data Copernicus)



Χάρτης 2.2: Κλίσεις εδάφους περιοχής μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία-data Copernicus)

### 2.3: Υδρογραφικό δίκτυο

Ο κυριότερος ποταμός στην περιοχή μελέτης είναι ο Κηφισός (ενδεικτικό του πόσο σημαντικός ήταν ότι στην αρχαιότητα θεωρούταν θεότητα) που όπως αναφέρθηκε διασχίζει την ομώνυμη λεκάνη στο λεκανοπέδιο Αθηνών. Έχει μήκος περίπου 30 km και πηγάζει από την Πάρνηθα και την Πεντέλη και εκβάλλει στο Σαρωνικό και συγκεκριμένα στο Φαληρικό όρμο. Δέχεται τα νερά πολλών παραχειμάρρων και ρεμάτων με μήκος πάνω από 200 km αθροιστικά και όλο μαζί σαν σύστημα αποστραγγίζει μια έκταση περίπου 360 km<sup>2</sup> και το μεγαλύτερο μέρος των νερών του λεκανοπεδίου. Οι κυριότεροι μικροχείμαρροι-παραπόταμοι του Κηφισού είναι το ρέμα του Χαλανδρίου, της Χελιδονούς, του Ποδονίφτη, του Κοκκιναρά και της Λαμπρινής. Ο Κηφισός στο ανάντη τμήμα της λεκάνης, μέχρι περίπου τη Μεταμόρφωση, διατηρεί το φυσικό του χαρακτήρα και δεν παρουσιάζει σημαντικές αλλοιώσεις. Εισερχόμενος στο πολεοδομικό συγκρότημα του Λεκανοπεδίου της Αθήνας υπόκειται σε σημαντικές αλλοιώσεις και παρεμβάσεις στην μορφολογία του από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η κάλυψη του φυσικού εδάφους αυξάνει το συντελεστή απορροής της περιοχής, έτσι αυξάνεται και η παροχή του ποταμού, κυρίως σε περιόδους αυξημένων βροχοπτώσεων.

Ιδιαίτερα σημαντικό δίκτυο αποτελεί και αυτό του Ιλισού, ή ρέματος της Καλλιρρόης. Διασχίζει το νοτιοανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου της Αθήνας. Οι πηγές του Ιλισού εντοπίζονται στη βορειοδυτική πλευρά του Υμηττού, παρουσιάζοντας επιμέρους κλάδους (Γουδί, Καισαριανή, Ζωγράφου). Παλαιότερα, ως ανοιχτός ποταμός περνούσε από τα σημεία που βρίσκονται σήμερα η Μιχαλακοπούλου, η Βασιλίσσης Σοφίας, μπροστά από το Παναθηναϊκό Στάδιο, η Καλλιρρόης και η Παναγή Τσαλδάρη. Από την αρχαιότητα μέχρι τον 20<sup>ο</sup> αιώνα ο Ιλισός δεν εξέβαλε στη θάλασσα αλλά ήταν παραπόταμος του Κηφισού και τον συναντούσε στην περιοχή του Ταύρου. Η κοίτη του ποταμού άρχισε να καλύπτεται τη δεκαετία του '30 και μέχρι τη δεκαετία του '60 είχε καλυφθεί σχεδόν πλήρως. Κατά τη διάρκεια των έργων κάλυψης το ποτάμι εξετράπη και δημιουργήθηκε νέα κοίτη κάτω από τη Λεωφόρο Παναγή Τσαλδάρη στα όρια των Δήμων Μοσχάτου και Καλλιθέας, η οποία εκβάλλει στο Φαληρικό όρμο. Σήμερα ο Ιλισός είναι στο μεγαλύτερό του τμήμα καλυμμένος, με μόνο ανοιχτό σημείο του στο ύψος της Καλλιθέας και χρησιμοποιείται ως αποχετευτικός αγωγός που εξυπηρετεί τις ανάγκες του πληθυσμού της περιοχής. Καταλαβαίνει λοιπόν κανείς ότι το υδρογραφικό δίκτυο και αυτού του ποταμού έχει υποστεί αλλοιώσεις από έργα διευθέτησης, αποχέτευσης αλλά και από την έντονη οικοδομική δραστηριότητα των τελευταίων δεκαετιών.

Το ρέμα της Πικροδάφνης είναι ένα από τα ελάχιστα εναπομείναντα στην Αττική που διατηρεί σε κάποιο υποτυπώδη βαθμό της φυσική του μορφή και ορισμένα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά του. Πηγάζει από τις δυτικές πλαγιές του Υμηττού, στην περιοχή του Καρέα, και αφού διασχίσει τους δήμους Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αγίου Δημητρίου και Παλαιού Φαλήρου καταλήγει στη θάλασσα. Έχει μήκος περίπου 9,3 km, από τα οποία τα πρώτα 3 είναι εγκιβωτισμένα. Το ρέμα της Πικροδάφνης είναι σήμερα σε ένα βαθμό υποβαθμισμένο και

παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της ανεξέλεγκτης δόμησης στην παράχθια ζώνη, ρυπαντικών φορτίων και αποβλήτων που χύνονται στην κοίτη του και του περιορισμού της φυσικής κοίτης.

Το ρέμα της Εσχατιάς πηγάζει από τους πρόποδες της Πάρνηθας και καταλήγει στον Κηφισό. Έχει μήκος 11 χιλιόμετρα και από το δυτικό όριο του Ζεφυρίου μέχρι και το σιδηροδρομικό σταθμό του Καματερού είναι κλειστό και διευθετημένο, ενώ στα ανατολικά όρια του δήμου Ζεφυρίου είναι ανοικτό και μη διευθετημένο. Από εκεί μέχρι και τους Αγίους Αναργύρους είναι ανοικτό και μη διευθετημένο με εξαίρεση λίγα κλειστά διευθετημένα τμήματα, λίγο πριν τη συμβολή του με το ρέμα του Αλφειού.

Το ρέμα του Ποδονίφτη πηγάζε κοντά στη μονή Πεντέλης, σήμερα όμως οι πηγές του έχουν στερέψει. Περνάει από το Χαλάνδρι, τη Φιλοθέη, από τη Νέα Ιωνία, τα Πατήσια και τη Νέα Φιλαδέλφεια. Στην πορεία του ενώνεται με πλήθος ρεμάτων όπως το ρέμα του Χαλανδρίου, των Βριλησίων και της Μαγκουφάνας και τα νερά του καταλήγουν στον Κηφισό. Μεγάλο τμήμα του ρέματος έχει καλυφθεί από αστικό ιστό, είναι υπόγειο ή μπαζωμένο. Ανοιχτά σημεία που διατηρεί τη φυσική του μορφή εντοπίζονται στη Φιλοθέη και στη Νέα Χαλκηδόνα.

Το ρέμα Χαλανδρίου πηγάζει από τις παρυφές της Πεντέλης και διασχίζει τα Μελίσσια και το Χαλάνδρι, ενώνεται με άλλα ρέματα και τελικά καταλήγει στον Ποδονίφτη. Το ρέμα Πεντέλης-Χαλανδρίου, η κοίτη, τα πρανή αυτού και οι παραρεμάτιες εκτάσεις που βρίσκονται σε εντός και εκτός σχεδίου περιοχές των όμορων Δήμων χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενη περιοχή (ΦΕΚ 659Δ/6.9.1995). Μέσα στα όρια της περιοχής αυτής καθορίζονται ζώνες προστασίας, χρήσεις γης, όροι και περιορισμοί δόμησης και λοιποί όροι και περιορισμοί.

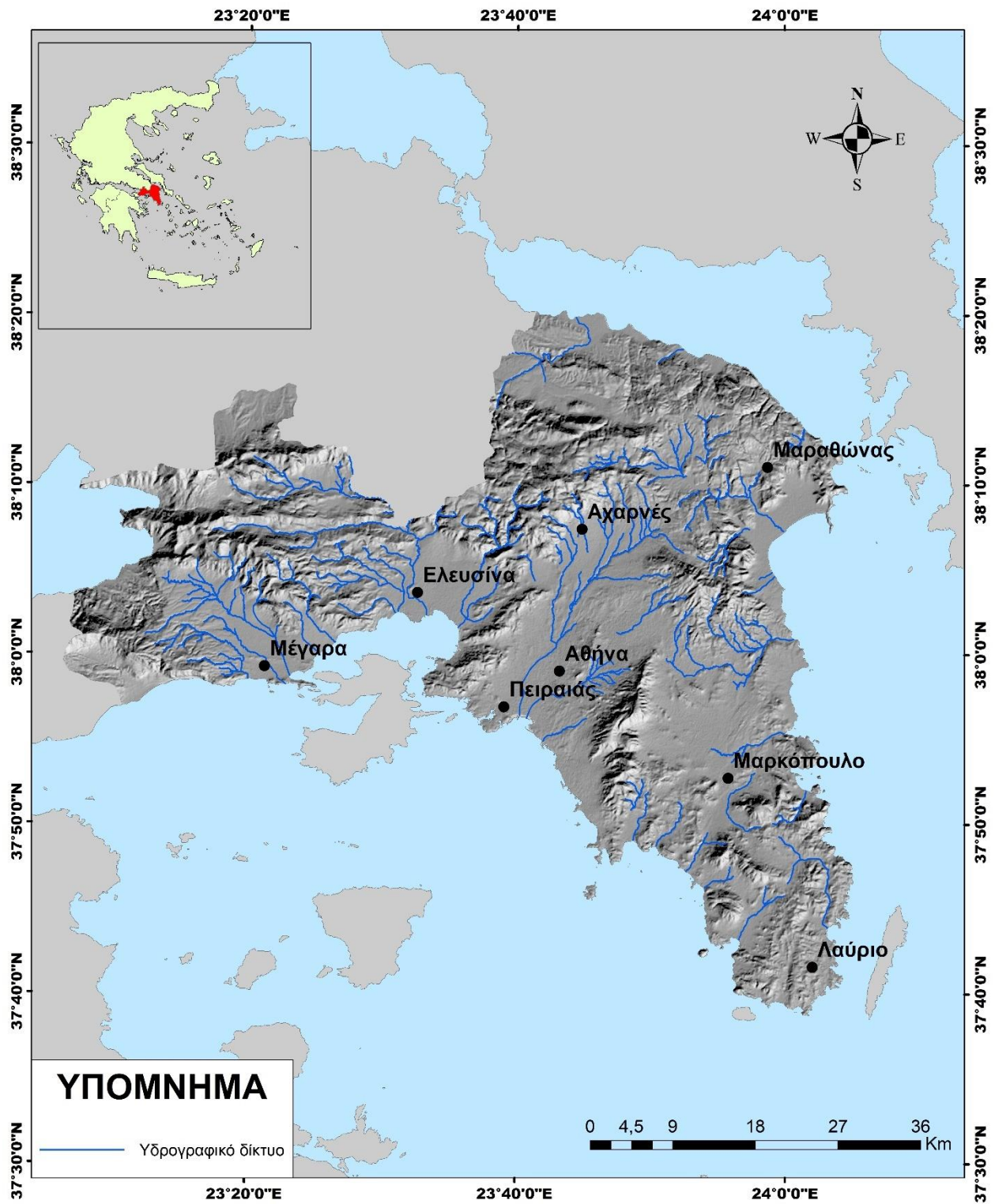
Ο Χάραδρος πηγάζει από τις ανατολικές απολήξεις της Πάρνηθας, διασχίζει την πεδιάδα και καταλήγει στον όρμο του Μαραθώνα. Η λεκάνη απορροής του ορίζεται από τα όρη Πάρνηθα και Πεντέλη και έχει έκταση 185 km<sup>2</sup>. Το υδρογραφικό του δίκτυο είναι πολύπλοκο, ιδιαίτερα στον άνω ρου, όπου δέχεται μεγάλο πλήθος από χειμάρρους. Στο μέσο ρου έχει κατασκευαστεί από το 1931 ταμιευτήρας, η τεχνητή λίμνη Μαραθώνα, με σκοπό την ύδρευση της Αθήνας. Έντονη ρύπανση διαπιστώνεται στα ρέματα της περιοχής Θριασίου Ασπροπύργου.

Το ρέμα Γιαννούλας και το ρέμα Μαύρης Ώρας βρίσκονται σε λεκάνη που χαρακτηρίζεται από βιομηχανικές και άλλες δραστηριότητες καθώς και από την επικοινωνία με το χώρο του ΧΥΤΑ Λιοσίων μέσω των υδάτων που κατεβαίνουν προς την περιοχή. Στα ύδατα αυτά έχει σημειωθεί έντονη ρύπανση και είναι απαραίτητη η κατάρτιση προγράμματος προστασίας και διαχείρισης.

Ο Σαρανταπόταμος διασχίζει την κοιλάδα της Οινόης και το Θριάσιο Πεδίο και χύνεται στον Κόλπο της Ελευσίνας. Η λεκάνη απορροής του ορίζεται περιμετρικά από τα όρη Πατέρας στα δυικά, Κιθαιρώνας στα βορειοδυτικά, Πάστρα στα βόρεια και Πάρνηθα στα ανατολικά ενώ έχει έκταση 310 km<sup>2</sup>. Στον κύριο κλάδο συμβάλλουν και νερά άλλων χειμάρρων, με μεγαλύτερο

κλάδο αυτόν που πηγάζει από τα όρη Πατέρας και Μακρό Όρος. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποτάμι της περιοχής μήκους περίπου 43 km. Ουσιαστικά, ο Σαρανταπόταμος, πριν την είσοδό του στο Θριάσιο πεδίο, αποτελείται από δύο επιμέρους υδατορεύματα, του ρέματος Πέλκας που διασχίζει την κοιλάδα της Οινόης και του ρέματος Αγίου Γεωργίου που διασχίζει νοτιότερα την ομώνυμη κοιλάδα. Η κύρια πηγή του είναι στον Κιθαιρώνα και συγκεκριμένα κοντά στα Βίλια .

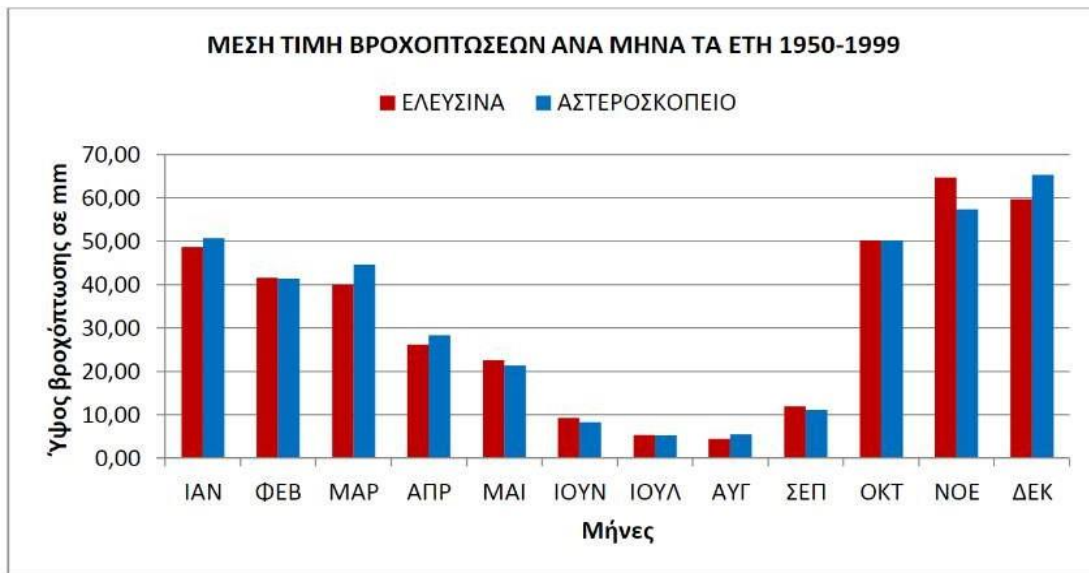
Όσον αφορά τη Δυτική Αττική το υδρογραφικό της δίκτυο αποτελείται από το Σαρανταπόταμο δυτικά, το ρέμα Γιαννούλας νότια, τον Βοιωτικό Ασωπό βόρεια με την κλειστή καρστική λεκάνη των Σκούρτων και τον Κηφισό ανατολικά. Άλλα ρέματα είναι το ρέμα Αγίου Ιωάννου και το ρέμα Σούρες, ενώ άξια αναφοράς είναι και τα ρέματα Γουρούνας και Αλατζά που διασχίζουν την αστική περιοχή του Ασπρόπυργου. Τα ρέματα αυτά καταλήγουν στην παραλία Ασπροπύργου-Ελευσίνας μήκους περίπου 8 km και συγκεκριμένα στο τμήμα από το ύψος των Κρατικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου μέχρι τα Διυλιστήρια Λάτση. Οι κοίτες των ρεμάτων αυτών, λόγω των ανθρωπογενών παρεμβάσεων, παρουσιάζουν μη επαρκή διατομή, με αποτέλεσμα να ευνοείται η εκδήλωση πλημμυρών στα σημεία αυτά.



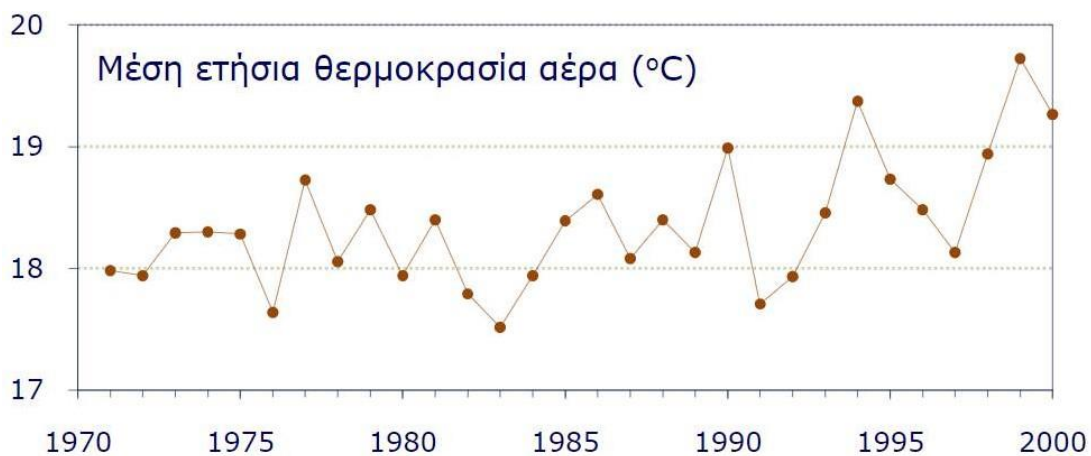
Χάρτης 2.3: Ανάγλυφο και υδρογραφικό δίκτυο περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΕΝ)

## 2.4: Κλιματικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως εύκρατο μεσογειακό και είναι ήπιο το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου, με εξαίρεση τις ορεινές περιοχές όπου το κλίμα είναι ορεινό. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 411mm και κυμαίνεται από 350mm στο λεκανοπέδιο Αττικής μέχρι 1.000mm στα ορεινά τμήματα (Πάρνηθα), ενώ οι ημέρες βροχής κυμαίνονται από 50 μέχρι 100 ετησίως. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις παράκτιες περιοχές, ενώ αυξάνει σημαντικά στο εσωτερικό του. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16°C μέχρι 18°C, ανάλογα με το υψόμετρο και την απόσταση από τη θάλασσα, ενώ το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι περίπου 16°C. Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι θερμότεροι του έτους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα σχετικά με τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης.

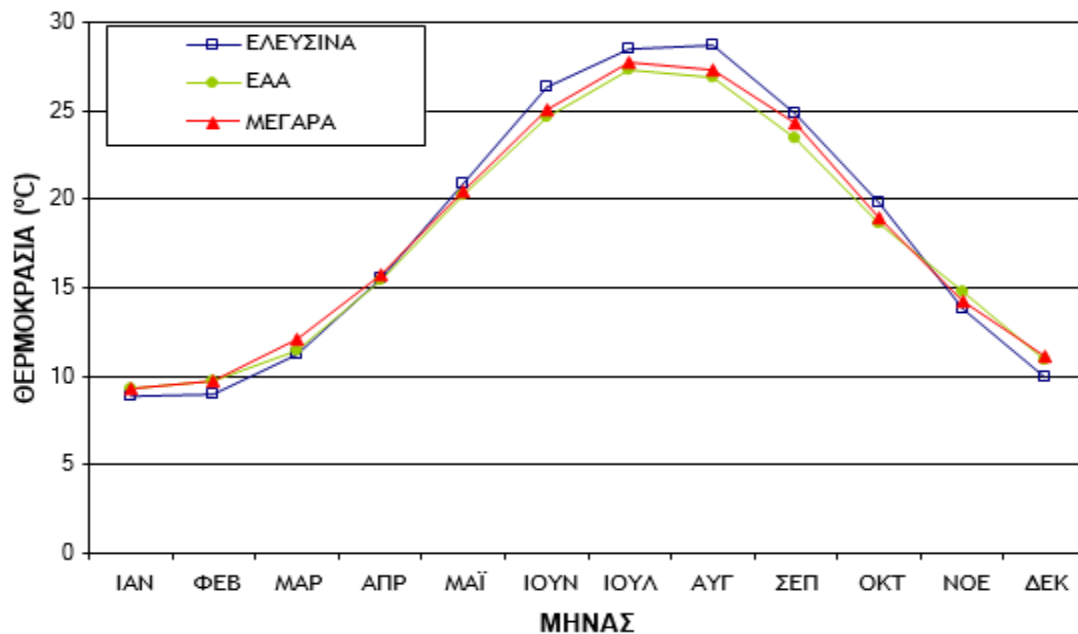


Σχήμα 2.1: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμού Αστεροσκοπείου Αθηνών και Ελευσίνας (mm) για τα έτη 1950-1999 (πηγή: ΕΜΥ, 2017)

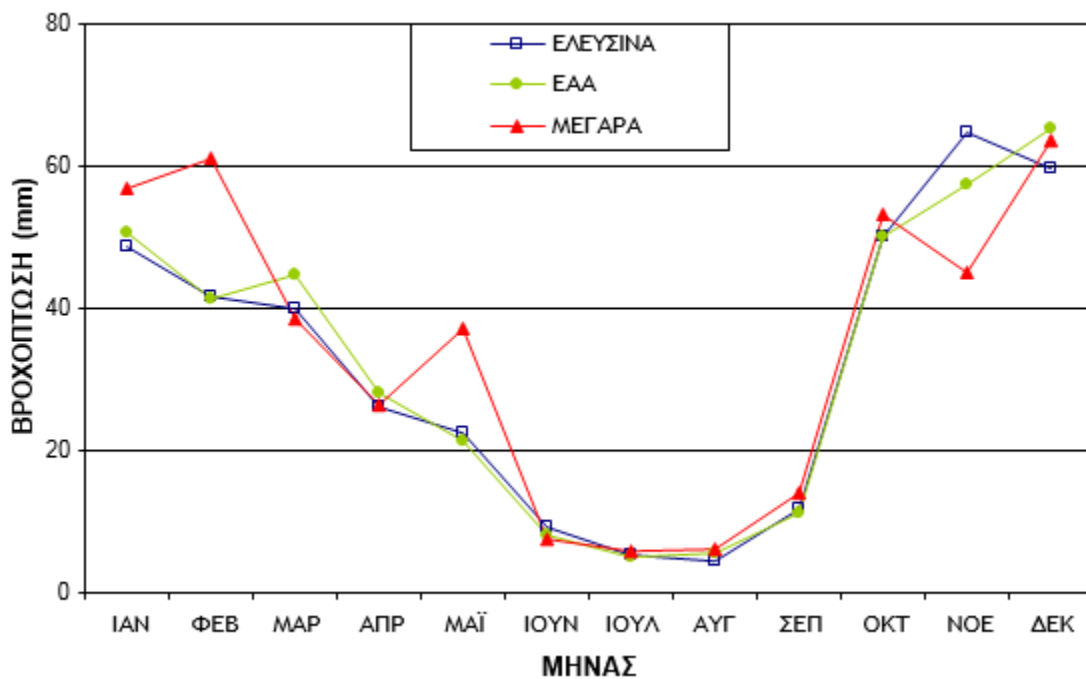


Σχήμα 2.2: Διακύμανση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (Πηγή: ΕΜΥ, 2017)

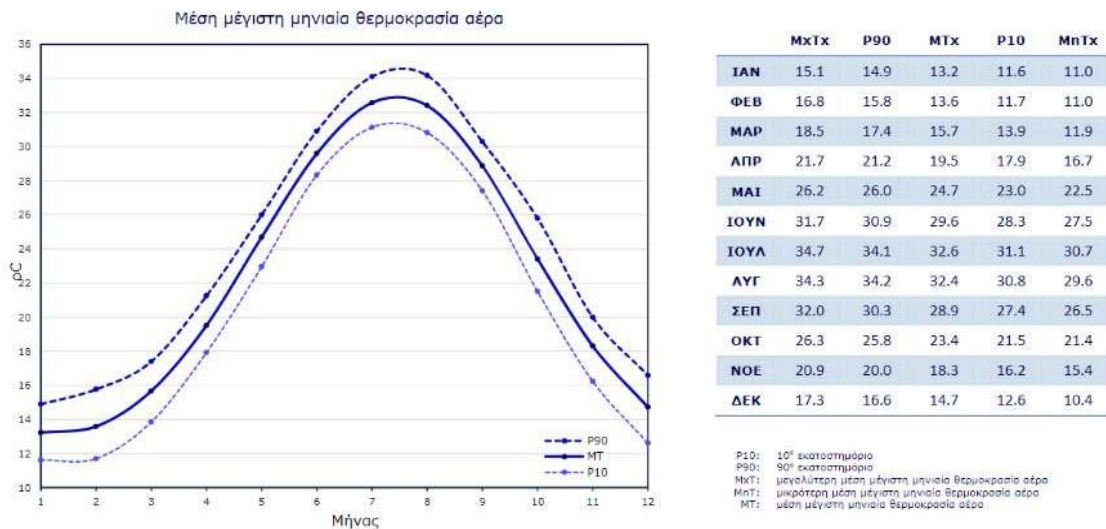




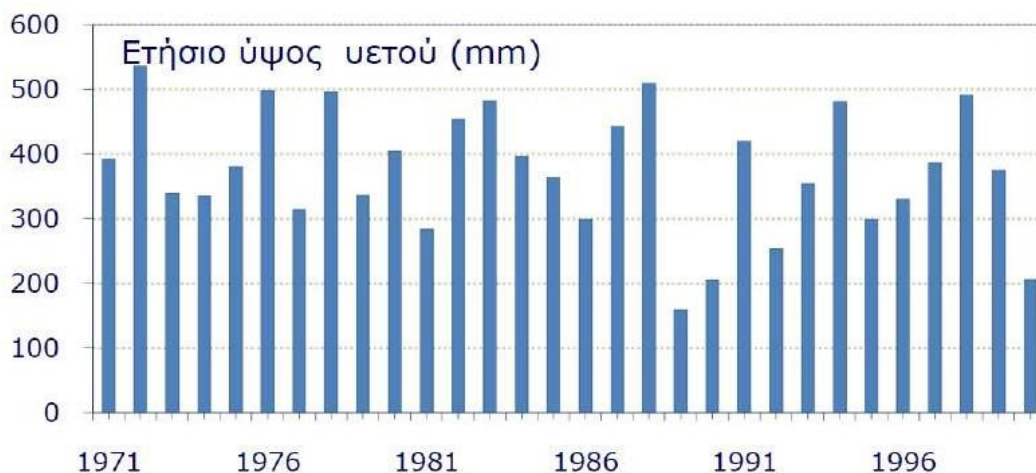
Σχήμα 2.3: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σταθμών Ελευσίνας, Αστεροσκοπείου Αθηνών και Μεγάρων (Πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2001)



Σχήμα 2.4: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σταθμών Ελευσίνας, Αστεροσκοπείου Αθηνών και Μεγάρων (Πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2001)



Σχήμα 2.5: Διακύμανση μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στο σταθμό του Ελληνικού (1970-2000) (Πηγή: EMY, 2017)



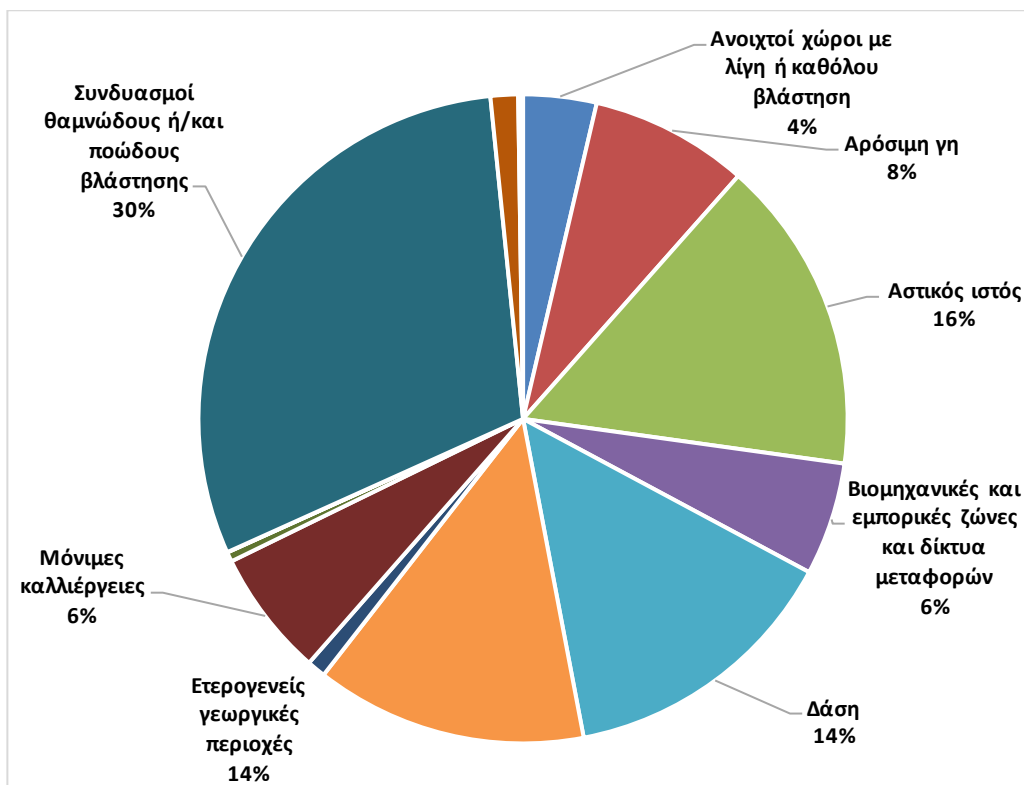
Σχήμα 2.6: Διακύμανση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο σταθμό του Ελληνικού (1971-2000) (Πηγή: EMY, 2017)

	Αστεροσκοπείο	Ελευσίνα	Μέγαρα
<b>Θερμοκρασία (°C)</b>	17.7	18.1	18
<b>Βροχόπτωση (mm)</b>	389	385	440
<b>Σχετ. Υγρασία (%)</b>	62	55	62
<b>Ημέρες με βροχή</b>	60	75	65
<b>Ημέρες με χιόνι</b>	3.3	5.0	0.5
<b>Ημέρες με χαλάζι</b>	2.8	0.5	0.2

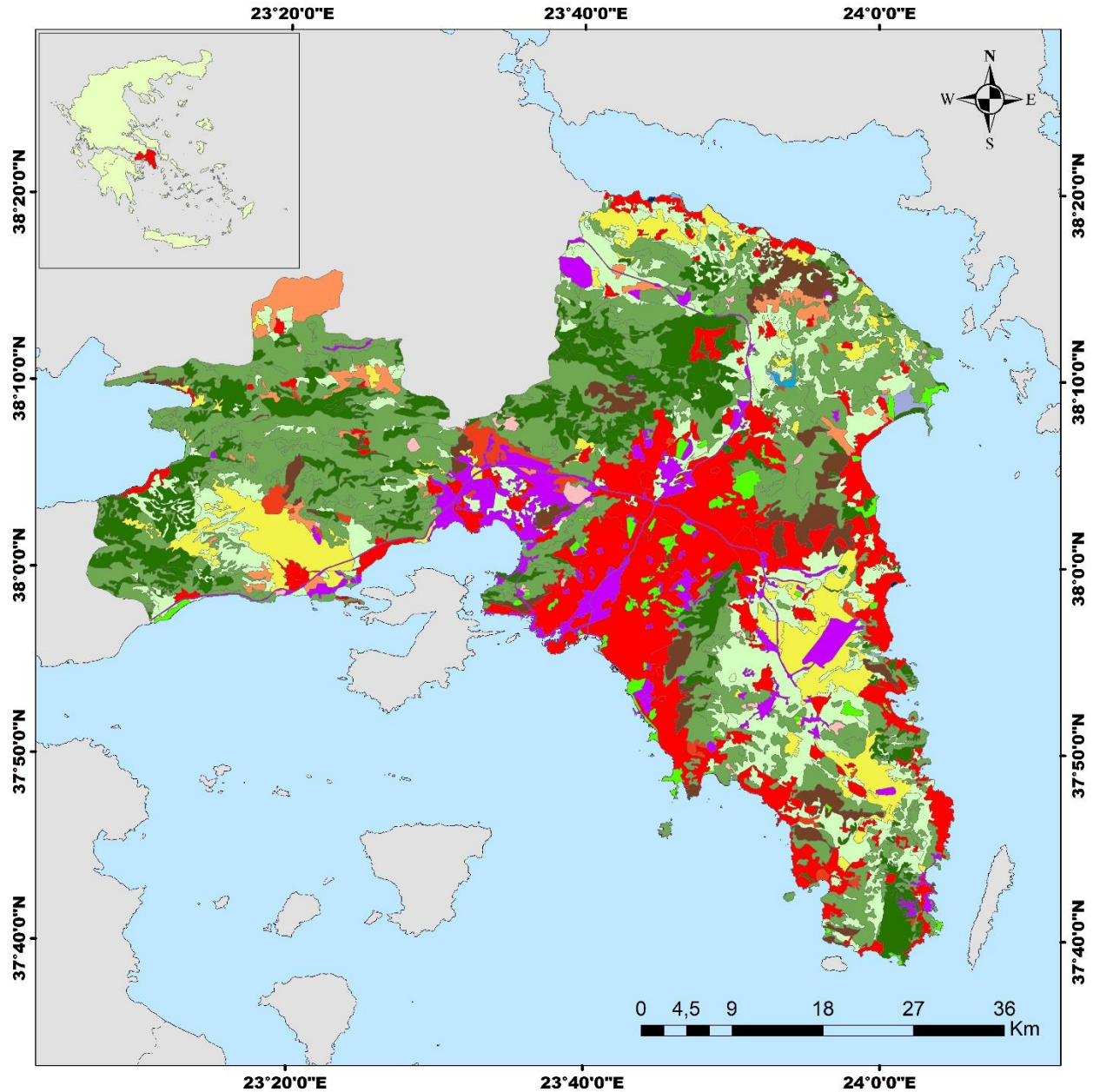
Πίνακας 2.1: Μέσες ετήσιες τιμές μετεωρολογικών μεταβλητών (πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2001)

## 2.5: Χρήσεις γης

Όσον αφορά στις χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης, οι περιοχές που εξυπηρετούν αστικές χρήσεις καλύπτουν περίπου το 20% της συνολικής έκτασης, με το σημαντικότερο κομμάτι του αστικού ιστού να αναπτύσσεται στο πολεοδομικό συγκρότημα Αθήνας-Πειραιά του λεκανοπεδίου Αθηνών. Οι φυσικές εκτάσεις, δηλαδή τα δάση και οι συνδυασμοί θαμνώδους και ποώδους βλάστησης καταλαμβάνουν περίπου το 45%, με τους τελευταίους να εμφανίζονται σε μεγαλύτερη αναλογία. Κατά κύριο λόγο καλύπτουν το βόρειο και δυτικό κομμάτι της Αττικής. Εντοπίζονται επίσης περιοχές που εξυπηρετούν ή μπορούν να εξυπηρετήσουν γεωργικές χρήσεις, κυρίως στη δυτική και ανατολική Αττική. Πιο συγκεκριμένα, μόνιμες καλλιέργειες (6%), ετερογενείς γεωργικές περιοχές (14%), αρόσιμη γη (8%). Τέλος, κατηγορίες όπως τεχνητές ζώνες πρασίνου, υγρά τοπία και λιβάδια, ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση καταλαμβάνουν ένα ποσοστό περίπου 7% αθροιστικά.



Σχήμα 2.7: Χρήσεις γης περιοχής μελέτης σύμφωνα με Corine 2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 2.4: Κάλυψη γης σύμφωνα με Corine 2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΕΝ)

## 2.6: Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Στις πεδινές περιοχές στη γεωλογική δομή της περιοχής της Αττικής εντοπίζονται μεταλλικοί σχηματισμοί του Τεταρτογενούς και Νεογενούς ενώ στα ψηλότερα σημεία (λόφοι και βουνά) παρουσιάζεται αλπικό υπόβαθρο το οποίο αποτελείται από μεταμορφωμένα και μη μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως εναλλαγές μαρμάρων, σχιστολίθων, ηφαιστειακών τόφφων, ασβεστόλιθων, δολομιτών, και μεταψαμμιτών. Σε ορισμένα σημεία η γεωλογική δομή περιλαμβάνει οφιολίθους και πυριγενή πετρώματα. Το βορειοδυτικό κομμάτι χαρακτηρίζεται κυρίως από μη μεταμορφωμένα πετρώματα, τα οποία πλευρικά, στις νότιες και ανατολικές παρυφές της Πάρνηθας και του όρους Αιγάλεω, μεταβαίνουν στα μεταμορφωμένα πετρώματα της κεντρικής και νότιας Αττικής. (ΥΠΕΝ, 2018)

Στη γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου Αθηνών εντοπίζονται τόσο αλπικοί όσο και μεταλλικοί σχηματισμοί. Οι αλπικοί απαντώνται στους ορεινούς που οριοθετούν το λεκανοπέδιο αλλά και στους λόφους που υψώνονται μέσα σε αυτό. Οι μεταλλικοί παρουσιάζονται στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου και καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς σχηματισμούς.

Όσον αφορά στην υδροπερατότητα των εδαφών, στην περιοχή της Αττικής διακρίνουμε 3 είδη υδροφόρων συστημάτων, το πρώτο μέσα στις τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις (κοκκώδες σύστημα), το δεύτερο μέσα στα υδροπερατά μάρμαρα και στους ασβεστόλιθους (καρστικό σύστημα) και το τρίτο, τοπικά στη μάζα τεκτονισμένων πυριγενών πετρωμάτων, όπου αναπτύσσεται ρωγματικού τύπου υδροφορία μικρής δυναμικότητας.

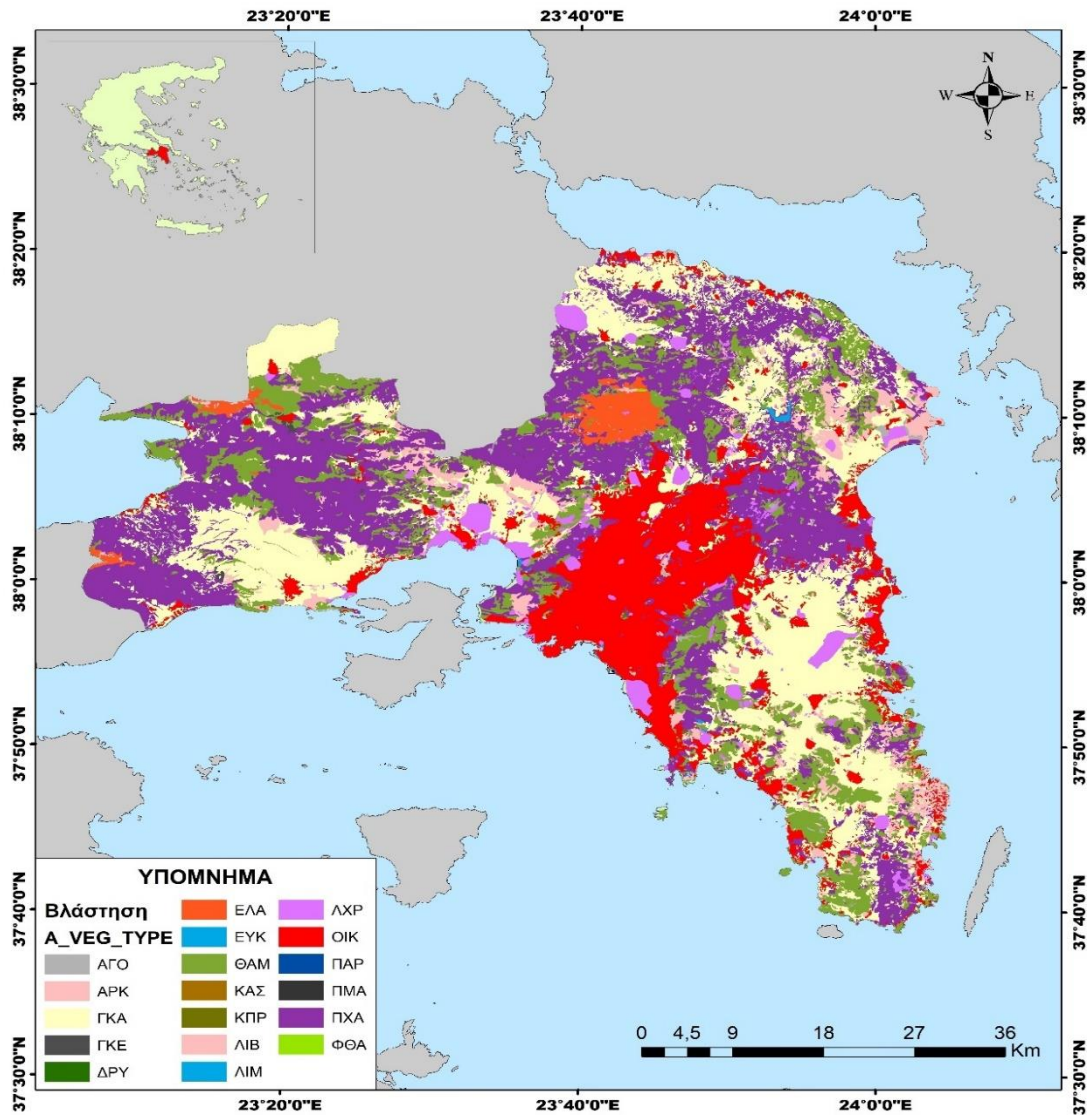
Κοκκώδη υδροφόρα εντοπίζονται στις ιζηματογενείς λεκάνες της περιοχής μελέτης (Λεκάνη Κηφισού, πεδινές περιοχές Μαραθώνα, Μεσογείων, Μεγάρων, και στις παράκτιες περιοχές της Αττικής) εντός των τεταρτογενών και νεογενών αποθέσεων οι οποίες δημιουργούν υδροφόρους οριζόντες που βρίσκονται εντός των στρώσεων είτε ελεύθεροι είτε μερικώς υπό πίεση. Καρστικά υδροφόρα συστήματα παρουσιάζονται στα καρστικά, ανθρακικά πετρώματα (μάρμαρα, ασβεστόλιθοι) τα οποία εντοπίζονται σε μεγάλο μέρος των ορεινών σχηματισμών της Πάρνηθας, της Πεντέλης, του Υμηττού, των Γερανείων όρων, του όρους Πατέρα, Αιγάλεω και του Μαραθώνα. Ρωγματικά υδροφόρα συστήματα αναπτύσσονται στα πυριγενή πετρώματα της περιοχής τα οποία εμφανίζονται τεκτονισμένα με αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών υπόγειας υδροφορίας, κυρίως στο επιφανειακό αποσαθρωμένο τμήμα των σχηματισμών. Τέτοιου είδους υδροφόρα συστήματα αναπτύσσονται κυρίως στις μάζες των οφιολιθικών πετρωμάτων στην περιοχή των Γερανείων όρων στη δυτική Αττική και η δυναμικότητά τους χαρακτηρίζεται ως περιορισμένη.

Συνοπτικά, το κομμάτι γύρω από το όρος Πατέρα, την Πάρνηθα, το όρος Αιγάλεω και τον Υμηττό χαρακτηρίζεται από υψηλή υδροπερατότητα. Αντίθετα, περιμετρικά της Πεντέλης και των Γερανείων σημειώνεται χαμηλή υδροπερατότητα, με εξαίρεση μικρά τμήματα που παρουσιάζουν αυξημένες τιμές. Τέλος, στο μεγαλύτερο μέρος των πεδινών σημείων της περιοχής μελέτης, όπως το λεκανοπέδιο Αττικής και τα Μεσόγεια καθώς και στα τμήματα κοντά στις ακτές η υδροπερατότητα χαρακτηρίζεται μέτρια και χαμηλή.

## 2.7: Βλάστηση

Στην περιοχή της Αττικής κυριαρχεί η χαλέπιος πεύκη ως κύριος τύπος δέντρου. Σημαντικό κομμάτι καταλαμβάνουν και οι θαμνώδεις/ποώδεις εκτάσεις.

Σχετικά με την κάλυψη από βλάστηση (συγκόμωση), στο μεγαλύτερο μέρος των εκτάσεων καταγράφεται μεσαία βλάστηση (δάση με συγκόμωση 25-75%, δενδροκαλλιέργειες κλπ), και ακολουθούν εκτάσεις με πυκνή βλάστηση (δάση με συγκόμωση >75%), με μηδενική βλάστηση (αστικές ή άγονες περιοχές) και εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση (πχ λιβάδια).



Χάρτης 2.5: Βλάστηση και χρήσεις γης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία-data ΥΠΕΝ)

## 3. Χωρική-χρονική κατανομή και χαρακτηριστικά πλημμυρών

### 3.1 Γενικά

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν σε πρώτο στάδιο η συστηματική καταγραφή πλημμυρικών συμβάντων με όσο περισσότερες λεπτομέρειες ήταν εφικτό για την περιοχή της Αττικής. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε αναζήτηση σε μια σειρά από πηγές στις οποίες περιλαμβάνονται φορείς Πολιτικής Προστασίας, η Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία, καθώς και ηλεκτρονικές πηγές και αναφορές στον τύπο.

Όπως αναφέρεται και στη σχετική βιβλιογραφία σε παρόμοιες προσπάθειες κατάρτισης καταλόγων πλημμυρών, η συστηματική καταγραφή και ταξινόμηση των πλημμυρικών συμβάντων είναι, στην Ελλάδα, σε πρώιμο στάδιο. Ιδιαίτερα όταν πρόκειται προηγούμενες δεκαετίες παρατηρούνται προβλήματα όπως διαστήματα έλλειψης δεδομένων, απουσία κοινών κριτηρίων στην καταγραφή των γεγονότων, καταγραφές που παρουσιάζουν αβεβαιότητα, μικρή δυνατότητα διασταύρωσης. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι όσο προχωράμε προς τα πίσω χρονικά τόσο πιο έντονοι παρουσιάζονται οι περιορισμοί στα μέσα και στις δυνατότητες που είχαν οι αρχές και ο τύπος στην καταγραφή των πλημμυρών.

Για το λόγο αυτό προτιμήθηκαν αρχεία και κατάλογοι που συγκροτήθηκαν την τελευταία 20ετία όπου οι δυνατότητες της τεχνολογίας παρουσιάζονται αυξημένες και οι καταγραφές πιο μεθοδική και ακριβής. Τελικά, χρησιμοποιήθηκε ως βάση δεδομένων αρχείο πλημμυρικών συμβάντων στην Αττική τη χρονική περίοδο 2006-2018 από την Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία. Το αρχείο αυτό περιλάμβανε καταγραφές που σχετίζονταν με κάθε αίτιο πλημμύρας όπως για παράδειγμα σπασμένες σωληνώσεις, όχι μόνο πλημμυρικά συμβάντα λόγω βροχόπτωσης. Για τους σκοπούς της εργασίας συγκροτήθηκε αρχείο μόνο με τα συμβάντα που προκλήθηκαν από βροχόπτωση. Έπειτα, για να υπάρξει μεγαλύτερη ευχέρεια στην επεξεργασία και στην ανάλυση των δεδομένων έγινε κατάλληλη επεξεργασία και τυποποίηση των πληροφοριών κάθε γεγονότος. Το κάθε συμβάν που έχει καταγραφεί συνοδεύεται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Αύξοντα αριθμό (α/α)
- Υπηρεσία
- Ημερομηνία
- Διεύθυνση
- Πόλη
- Δήμος
- Περιγραφή χώρου
- Αιτία συμβάντος
- Χαρακτηρισμός αιτίας

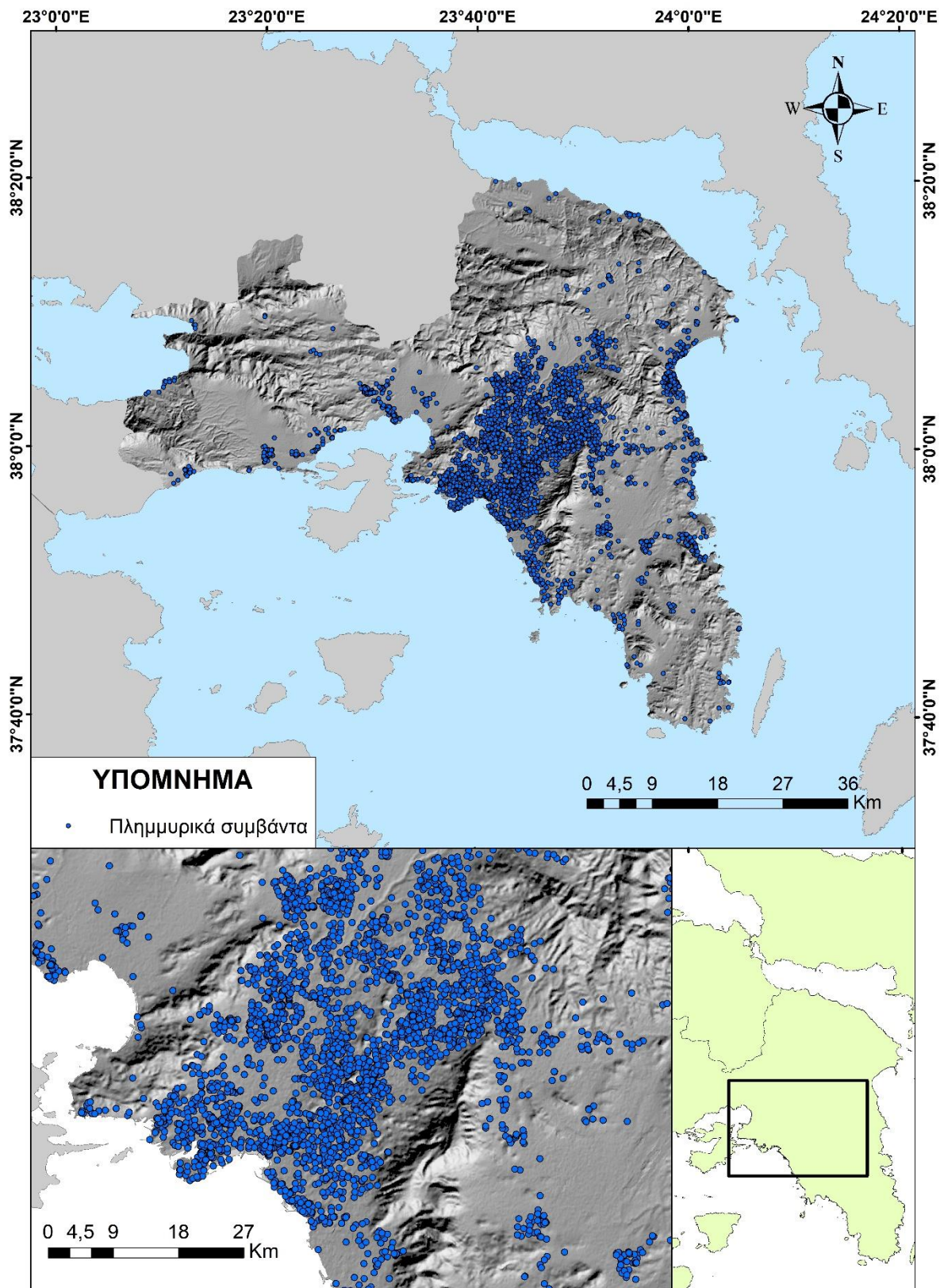
Για τον περιορισμό της αβεβαιότητας και για να διασφαλιστεί η εγκυρότητα των καταγραφών πραγματοποιήθηκε επίσης διασταύρωση σε μακροσκοπικό επίπεδο από άλλες πηγές (κυρίως διαδικτυο και τύπος) για τα διαστήματα που υπήρχε μεγάλος αριθμός κλήσεων. Η διασταύρωση και η κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων ήταν απαραίτητες διαδικασίες ώστε το αρχείο να αποτελέσει ένα ποιοτικό επιστημονικό εργαλείο το οποίο θα προσφέρει αυξημένες δυνατότητες ανάλυσης και θα αποτελέσει τη βάση πάνω στην οποία θα στηριχθεί η παρούσα διπλωματική εργασία. Τελικά, δημιουργήθηκε σε λογισμικό Microsoft Excel ένα αρχείο 5209 καταγραφών που αφορούν συμβάντα όπου κτήρια, εγκαταστάσεις και δομές πλημμύρισαν λόγω βροχόπτωσης.

Μεγάλης σημασίας ήταν ο κατάλογος που αναπτύχθηκε να μπορέσει να αξιοποιηθεί από συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, να μπορέσουν δηλαδή οι καταγραφές να αποτυπωθούν σε περιβάλλον GIS ώστε να καταστεί δυνατή η μετέπειτα χωρική ανάλυσή τους και η συσχέτιση με στατιστικά στοιχεία αλλά και χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης. Έτσι, για κάθε συμβάν, χρησιμοποιώντας τη διεύθυνση και το δήμο βρέθηκαν οι συντεταγμένες του (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) με τη βοήθεια των χαρτών της Google. Λόγω παραγόντων όπως κενά σε κάποια πεδία, ύπαρξη διευθύνσεων με ίδιο όνομα σε διαφορετικά σημεία και μη ακριβή περιγραφή του σημείου που πλημμύρισε σε ορισμένες περιπτώσεις, η διαδικασία αυτή έγινε για κάθε καταγραφή κατά περίπτωση, για κάθε καταγραφή μεμονωμένα, επομένως ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρα, καθοριστικής ωστόσο σημασίας για την πορεία της εργασίας. Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία αυτή δημιουργήθηκε σε περιβάλλον GIS μια δεύτερη βάση, η οποία συνδέθηκε με την αρχική βάση δεδομένων και χρησιμοποιήθηκε στη χωρική τοποθέτηση του συνόλου των πλημμυρικών συμβάντων. Για τη χωρική αποτύπωση, επεξεργασία και ανάλυση των συμβάντων σε περιβάλλον ΣΓΠ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Arcmap 10.7.

Με τη βοήθεια της χωρικής αποτύπωσης των πλημμυρών συμπληρώθηκαν και ορισμένα κενά της αρχικής βάσης δεδομένων. Κατά την εύρεση των συντεταγμένων, παρατηρήθηκε σε αρκετές περιπτώσεις ότι η διεύθυνση που έχει καταγραφεί υπάρχει σε πάνω από μία περιοχές της Αττικής. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η επιλογή της διεύθυνσης έγινε με βάση το δήμο που είχε καταγραφεί. Υπήρχαν όμως και καταγραφές όπου το πεδίο που αφορούσε το δήμο ήταν κενό. Σε αυτές τις περιπτώσεις η επιλογή του σημείου έγινε με βάση τον καταγεγραμμένο πυροσβεστικό σταθμό που ανέλαβε το συμβάν. Όταν ολοκληρώθηκε η αποτύπωση των συμβάντων σε περιβάλλον GIS, χρησιμοποιώντας το υπόβαθρο των δήμων της Αττικής και την εντολή Join, πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση του κάθε συμβάντος με τον δήμο στον οποίο βρισκόταν στο χάρτη. Έτσι, στο αρχικό αρχείο έγινε συμπλήρωση όλων των κενών που υπήρχαν αυτόματα.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι καταγραφές που αφορούσαν τις περιοχές εκτός της ηπειρωτικής Αττικής, δηλαδή τα νησιά της Σαλαμίνας, της Αίγινας, του Πόρου και την περιοχή της Τροιζηνίας παρουσίαζαν σημαντική ασάφεια, κενά και απουσία στοιχείων για τον προσδιορισμό της ακριβούς τοποθεσίας τους. Συνεπώς τα αποτελέσματα από την ανάλυσή τους θα είχαν περιορισμένη εγκυρότητα και δε θα ανταποκρίνονταν στην πραγματικότητα. Έτσι επιλέχθηκε να μην συμπεριληφθούν στον κατάλογο που δημιουργήθηκε συμβάντα από τις συγκεκριμένες περιοχές.





Χάρτης 3.1: Σύνολο πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Είναι ιδιαίτερης σημασίας, πριν τα κύρια κομμάτια της ανάλυσης που περιλαμβάνουν χρήση ΣΓΠ, να γίνει μια αναφορά στις κατηγορίες των χώρων που πλημμύρισαν, όπως αυτές διακρίνονται και καταγράφονται στο αρχείο που αποτελεί τη βάση δεδομένων της παρούσας εργασίας.

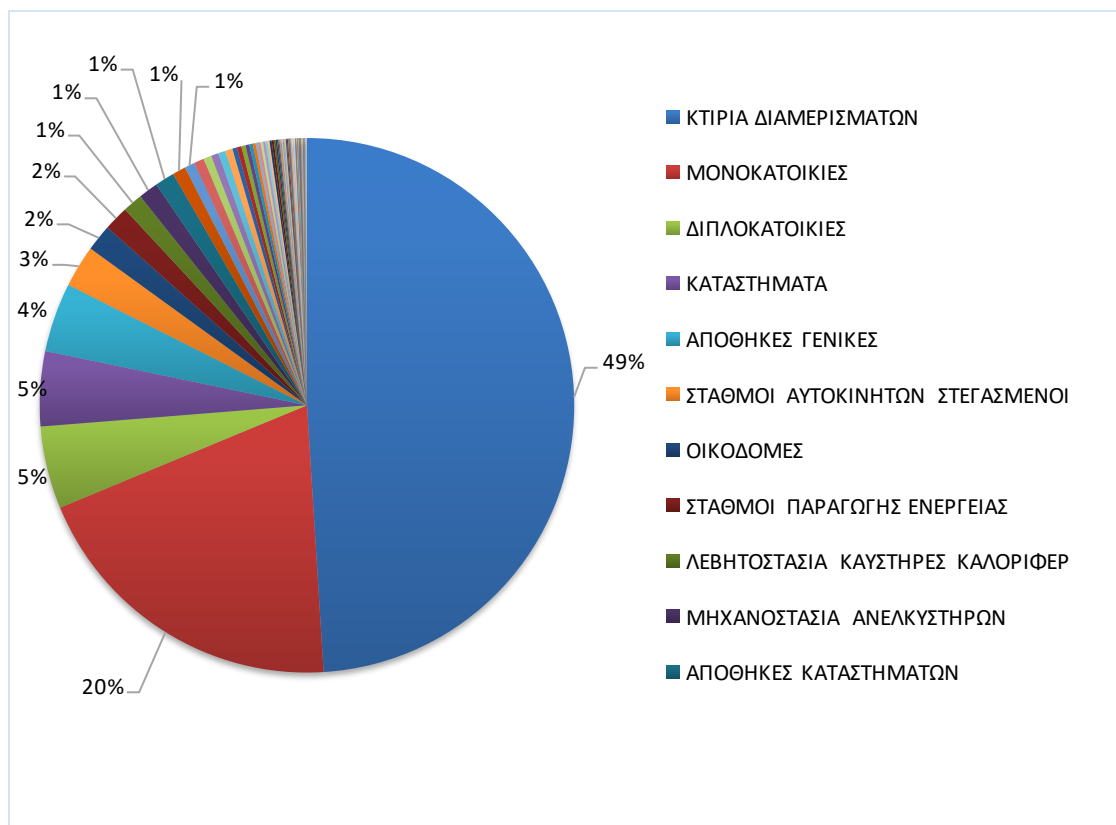
Το συντριπτικά μεγαλύτερο κομμάτι των χώρων που επλήγησαν από τα φαινόμενα πλημμύρας αφορά κατοικίες, σε αναλογία περίπου  $\frac{3}{4}$  επί του συνόλου. Πιο συγκεκριμένα, σχεδόν το μισό (49%) από το σύνολο των χώρων που πλημμύρισαν είναι κτίρια διαμερισμάτων, ενώ ακολουθούν οι μονοκατοικίες με 20% και οι διπλοκατοικίες με 5%. Επίσης, οι χώροι καταστημάτων καταλαμβάνουν το 5%, όπως και οι αποθηκευτικοί χώροι (αποθήκες γενικές και αποθήκες καταστημάτων). Το υπόλοιπο 20% περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών κατηγοριών, κάθε μία από τις οποίες καταλαμβάνει κάτι από 3% επί του συνόλου. Τέτοιες κατηγορίες είναι οι οικοδομές, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας, τα λεβητοστάσια/καυστήρες καλοριφέρ, οι στεγασμένοι σταθμοί αυτοκινήτων κλπ.

Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να σημειωθεί μια παρατήρηση όσον αφορά τη σαφήνεια και την ακρίβεια σε ορισμένα μέρη των καταγραφών από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Αναλυτικότερα, σε κάποια σημεία των καταγραφών των πλημμυρικών συμβάντων παρατηρείται έλλειψη σαφήνειας η οποία επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των πληροφοριών που επικοινωνούνται στον χρήστη/αναγνώστη με συνέπεια να υπάρχει κίνδυνος παρερμηνείας και μη επαρκούς κατανόησης του αντικειμένου που περιγράφεται. Για παράδειγμα, ο όρος «καταστήματα» που δόθηκε παραπάνω είναι υπερβολικά γενικός ώστε να κατανοήσει κανείς τι ακριβώς περιγράφει, ιδιαίτερα όταν στο αρχείο περιλαμβάνονται επίσης ετικέτες όπως «ζαχαροπλαστεία» ή «περίπτερα» που αποτελούν υποκατηγορίες καταστημάτων. Οι περιγραφές αυτές για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας κρίθηκαν επαρκείς ώστε να χρησιμοποιηθούν, ωστόσο για κάποια πιο εξειδικευμένη ανάλυση μεγαλύτερης σημασίας χρειάζεται κάτι περισσότερο ακριβές.

Υπάρχουν όμως και κατηγορίες οι οποίες ενώ δεν συναντώνται σε μεγάλο ποσοστό στο σύνολο των καταγραφών, είναι χρήσιμο να αναφερθούν λόγω της ιδιαίτερης σημασίας τους και συγκεκριμένων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν. Η ιδιαίτερη σημασία τους προκύπτει από το γεγονός πως πρόκειται είτε για χώρους που χρησιμοποιεί μεγάλος αριθμός ατόμων ταυτόχρονα, είτε χρησιμοποιούνται από ομάδες ατόμων με ιδιαιτερότητες (πχ ηλικιωμένοι ή ασθενείς), είτε χώρους που φιλοξενούν αντικείμενα και αγαθά μοναδικά στο είδος τους και ιδιαίτερης αξίας (πχ μουσεία), είτε χώρους που αν πλημμυρίσουν επηρεάζεται σημαντικά ή θέτουν σε μεγάλους κινδύνους κομμάτι του κοινωνικού συνόλου (πχ έκρηξη σε μια βιομηχανία).

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα γράφημα που απεικονίζει την ποσοστιαία κατανομή των κατηγοριών των χώρων και των υποδομών που επλήγησαν από πλημμυρικά συμβάντα. Για να είναι το γράφημα ευανάγνωστο και ευκατανόητο, στο υπόμνημα περιλαμβάνεται μόνο ένας μικρός αριθμός κατηγοριών που διακρίνονται ευκρινώς στο γράφημα.

Παρουσιάζεται, επίσης, ένας πίνακας που περιλαμβάνει τον αριθμό των πλημμυρικών συμβάντων σε χώρους που ανήκουν στις κατηγορίες που συνοδεύονται από αυξημένη σημασία λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της, όπως αυτά περιεγράφηκαν παραπάνω.



Σχήμα 3.1: Κατηγορία χώρου που πλημμύρισε (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Κατηγορία χώρου	Αριθμός συμβάντων
Σταθμοί παραγωγής ενέργειας	71
Εργοστάσια	21
Ναοί	7
Νοσοκομεία	7
Στρατόπεδα	5
Αρχαιολογικοί χώροι	3
Παιδικοί σταθμοί	3
Ιδρύματα ανιάτων ατόμων	2
Μουσεία	2
Νηπιαγωγεία	2
Βρεφοκομεία-Βρεφον. Σταθμοί	1
Υγειονομικοί σταθμοί	1

Πίνακας 3.1: Αριθμός πλημμυρικών συμβάντων σε χώρους ιδιαίτερης σημασίας

### 3.2: Χωρική κατανομή πλημμυρών

Ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της ανάλυσης στην παρούσα εργασία αποτελεί η ανάλυση και η μελέτη της χωρικής κατανομής των πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης. Η εν λόγω κατανομή υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τον κατάλογο των συμβάντων με τις συντεταγμένες τους και τη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε σε περιβάλλον GIS με τις θέσεις των συμβάντων. Η επεξεργασία της χωρικής κατανομής έγινε και αυτή σε περιβάλλον GIS ενώ η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε 3 επίπεδα, προκειμένου να καταστεί δυνατή η μελέτη και σε ευρύτερο φάσμα αλλά και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Το πρώτο επίπεδο ανάλυσης περιλαμβάνει τις διοικητικές περιφέρειες της Αττικής, οι οποίες είναι:

- Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού Τομέα Αθηνών
- Περιφερειακή Ενότητα Βορείου Τομέα Αθηνών
- Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών
- Περιφερειακή Ενότητα Νότιου Τομέα Αθηνών
- Περιφερειακή Ενότητα Ανατολικού Τομέα Αθηνών
- Περιφερειακή Ενότητα Δυτικής Αττικής
- Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς

Η ανάλυση σε δεύτερο επίπεδο, πραγματοποιείται με βάση τους 58 δήμους της Αττικής οι οποίοι περιλαμβάνονται εντός των διοικητικών περιφερειών. Για την απεικόνιση των δήμων και των διοικητικών περιφερειών σε περιβάλλον GIS, η οποία αποτέλεσε υπόβαθρο για την εν λόγω επεξεργασία, αλλά αξιοποιήθηκε και σε όλη την πορεία της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σε μορφή vector που αντλήθηκαν από τις ιστοσελίδες της ΕΛΣΤΑΤ, του ΥΠΕΝ και του Geodata. Πιο αναλυτικά, στα συγκεκριμένα αρχεία περιλαμβάνονται οι διοικητικές περιφέρειες και οι δήμοι όλης της χώρας και αποτυπώνονται με τη μορφή πολύγωνου, στο ελληνικό προβολικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87. Στα αρχεία αυτά έγινε η κατάλληλη επεξεργασία και προσαρμογή για τις ανάγκες της εργασίας και την γεωγραφική περιοχή που μελετάται. Ο τύπος των αρχείων είναι shapfile (shp). Για το κάθε πολύγωνο, εκτός από την ονομασία της περιφέρειας ή του δήμου με το οποίο αυτό συνδέεται, δίνεται επίσης και η έκταση σε τετραγωνικά χιλιόμετρα (km<sup>2</sup>) που αυτό καλύπτει. Πάνω στους χάρτες της περιοχής μελέτης που προέκυψαν από τα εν λόγω αρχεία τοποθετήθηκαν τα πλημμυρικά συμβάντα σε μορφή σημείων (points), κάθε ένα από τα οποία αναπαριστά ένα πλημμυρικό συμβάν.

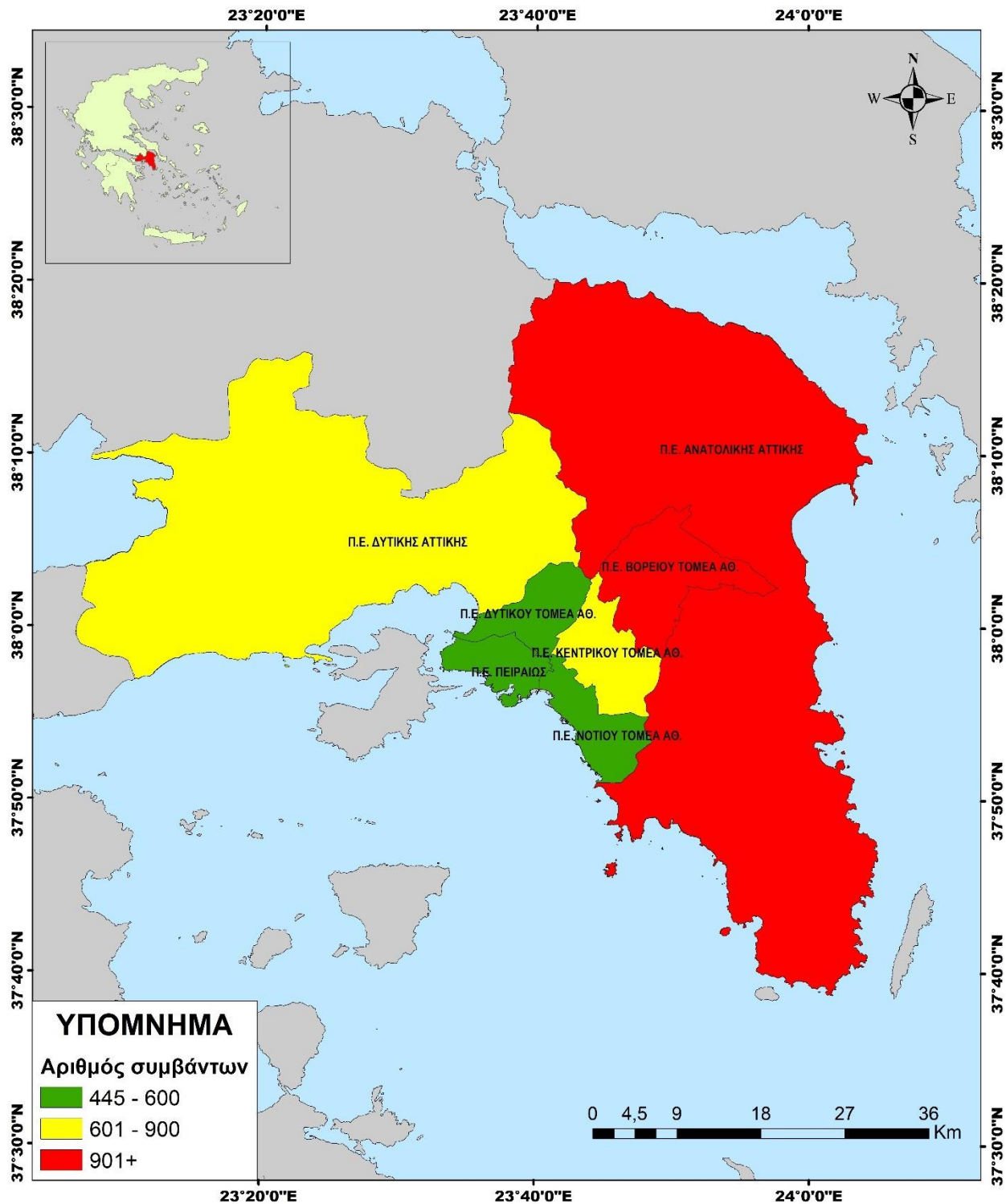
Για τα δύο πρώτα επίπεδα ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε η εντολή Spatial Join η οποία πραγματοποιεί καταμέτρηση και καταγραφή των σημείων που περιλαμβάνονται από το εκάστοτε πολύγωνο. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία αυτή παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2 παρακάτω. Στη συνέχεια, οι δήμοι και οι περιφερειακές ενότητες χωρίστηκαν σε κατηγορίες βάσει του αριθμού των πλημμυρικών συμβάντων που εντοπίστηκαν εντός των ορίων τους. Οι δήμοι κατατάχθηκαν σε 4 κατηγορίες (χαμηλή, μέση, υψηλή και πολύ υψηλή επιβάρυνση) και οι περιφερειακές ενότητες σε 3 (χαμηλή, μέση, υψηλή επιβάρυνση) και παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες 3.2 και 3.3 αντίστοιχα. Οι περιφερειακές ενότητες που σημειώνουν τον μεγαλύτερο αριθμό πλημμυρικών συμβάντων είναι αυτές της ανατολικής Αττικής και του Βορείου Τομέα Αθηνών. Όσον αφορά τους δήμους, η μεγαλύτερη επιβάρυνση

παρατηρείται στους δήμους Αθηναίων, Πειραιώς, Αχαρνών, Μάνδρας-Ειδυλλίας και Μαραθώνος ενώ σημαντικός αριθμός συμβάντων σημειώνεται και στους δήμους Καλλιθέας, Μαρκόπουλου, Παλλήνης, Αγίας Παρασκευής, Χαλανδρίου, Αμαρουσίου, Κηφισιάς, Διονύσου, Φυλής και Μεγαρέων.

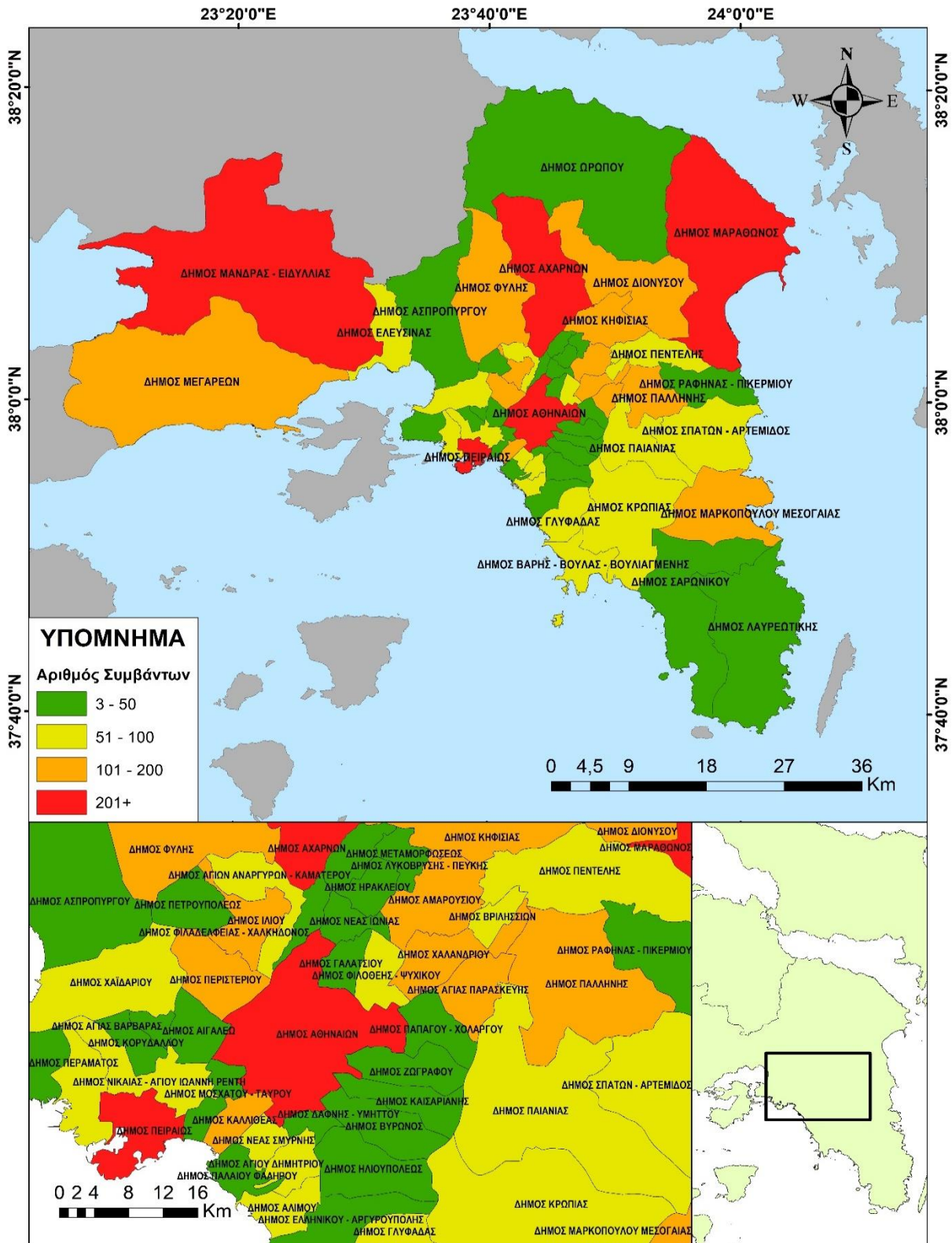
ΔΗΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	724
Δήμος Αθηναίων	535
Δήμος Βύρωνος	20
Δήμος Γαλατσίου	14
Δήμος Δάφνης - Υμηττού	38
Δήμος Ζωγράφου	27
Δήμος Ηλιουπόλεως	46
Δήμος Καισαριανής	15
Δήμος Φιλαδέλφειας - Χαλκηδόνας	29
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	1005
Δήμος Αγίας Παρασκευής	185
Δήμος Αμαρουσίου	134
Δήμος Βριλησίων	54
Δήμος Ηρακλείου	34
Δήμος Κηφισιάς	156
Δήμος Λυκόβρυσης - Πεύκης	20
Δήμος Μεταμορφώσεως	50
Δήμος Νέας Ιωνίας	48
Δήμος Παπάγου - Χολαργού	46
Δήμος Πεντέλης	51
Δήμος Φιλοθέης - Ψυχικού	57
Δήμος Χαλανδρίου	170
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	479
Δήμος Περιστερίου	167
Δήμος Αγίας Βαρβάρας	3
Δήμος Αγίων Αναργύρων - Καματερού	79
Δήμος Αιγάλεω	20
Δήμος Ιλίου	104
Δήμος Πετρούπολεως	47
Δήμος Χαϊδαρίου	59
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ	509

Δήμος Καλλιθέας	123
Δήμος Αγίου Δημητρίου	71
Δήμος Αλίμου	94
Δήμος Γλυφάδας	74
Δήμος Ελληνικού - Αργυρούπολης	18
Δήμος Μοσχάτου - Ταύρου	33
Δήμος Νέας Σμύρνης	57
Δήμος Παλαιού Φαλήρου	39
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	1365
Δήμος Αχαρνών	340
Δήμος Βάρης - Βούλας - Βουλιαγμένης	69
Δήμος Διονύσου	103
Δήμος Κρωπίας	57
Δήμος Λαυρεωτικής	24
Δήμος Μαραθώνος	297
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας	128
Δήμος Παιανίας	61
Δήμος Παλλήνης	118
Δήμος Ραφήνας - Πικερμίου	37
Δήμος Σαρωνικού	29
Δήμος Σπάτων - Αρτέμιδος	59
Δήμος Ωρωπού	43
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	681
Δήμος Ελευσίνας	82
Δήμος Ασπροπύργου	24
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας	293
Δήμος Μεγαρέων	163
Δήμος Φυλής	119
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΙΡΑΙΑ	445
Δήμος Πειραιώς	215
Δήμος Κερατσινίου - Δραπετσώνας	73
Δήμος Κορυδαλλού	38
Δήμος Νίκαιας - Αγίου Ιωάννη Ρέντη	99
Δήμος Περάματος	20

Πίνακας 3.2: Αριθμός πλημμυρικών συμβάντων σε κάθε δήμο και περιφερειακή ενότητα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 3.2: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στις περιφερειακές ενότητες της περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 3.3: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



### **3.3: Χωρική πυκνότητα πλημμυρών**

#### **3.3.1: Γενικά**

Κατά την προσέγγιση αυτή εξετάζονται τα σημεία της περιοχής μελέτης που εμφανίζουν μεγάλο αριθμό πλημμυρών ανά συγκεκριμένη μονάδα επιφάνειας. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερης σημασίας, διότι λειτουργεί επεξηγηματικά και συμπληρωματικά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα υπόλοιπα επίπεδα ανάλυσης.

Κατ' αρχήν, σε ορισμένες περιπτώσεις ο αριθμός των πλημμυρικών συμβάντων σε ένα δήμο ή περιφέρεια σαν απόλυτο νούμερο εμπεριέχει κάποιο βαθμό ασάφειας καθώς έχει μεγάλη σημασία τι έκταση αυτοί καταλαμβάνουν. Για παράδειγμα, ο αριθμός των πλημμυρικών συμβάντων που εκδηλώθηκαν το χρονικό διάστημα 2006-2018 στο δήμο Μεγαρέων είναι σχεδόν ίσος με τον αντίστοιχο αριθμό στους δήμους Χαλανδρίου και Περιστερίου. Παρ' όλα αυτά, δεν αποτελεί αμελητέο παράγοντα το στοιχείο ότι η έκταση που καταλαμβάνουν οι δύο τελευταίοι δήμοι είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με την έκταση που καταλαμβάνει ο πρώτος.

Κατ' αντιστοιχία, η περιφερειακή ενότητα Ανατολικής Αττικής παρουσιάζει 681 συμβάντα, ωστόσο η έκτασή της είναι υπερδεκαπλάσια σε σχέση με την έκταση της περιφερειακής ενότητας Νοτίου Τομέα Αθηνών, όπου σημειώνονται 509 περιστατικά πλημμύρας. Επίσης, μπορεί ορισμένοι δήμοι ή κάποιες περιφερειακές ενότητες να καταγράφουν σημαντικό αριθμό συμβάντων, αυτό δε σημαίνει όμως ότι αυτά κατανέμονται ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνειά τους.

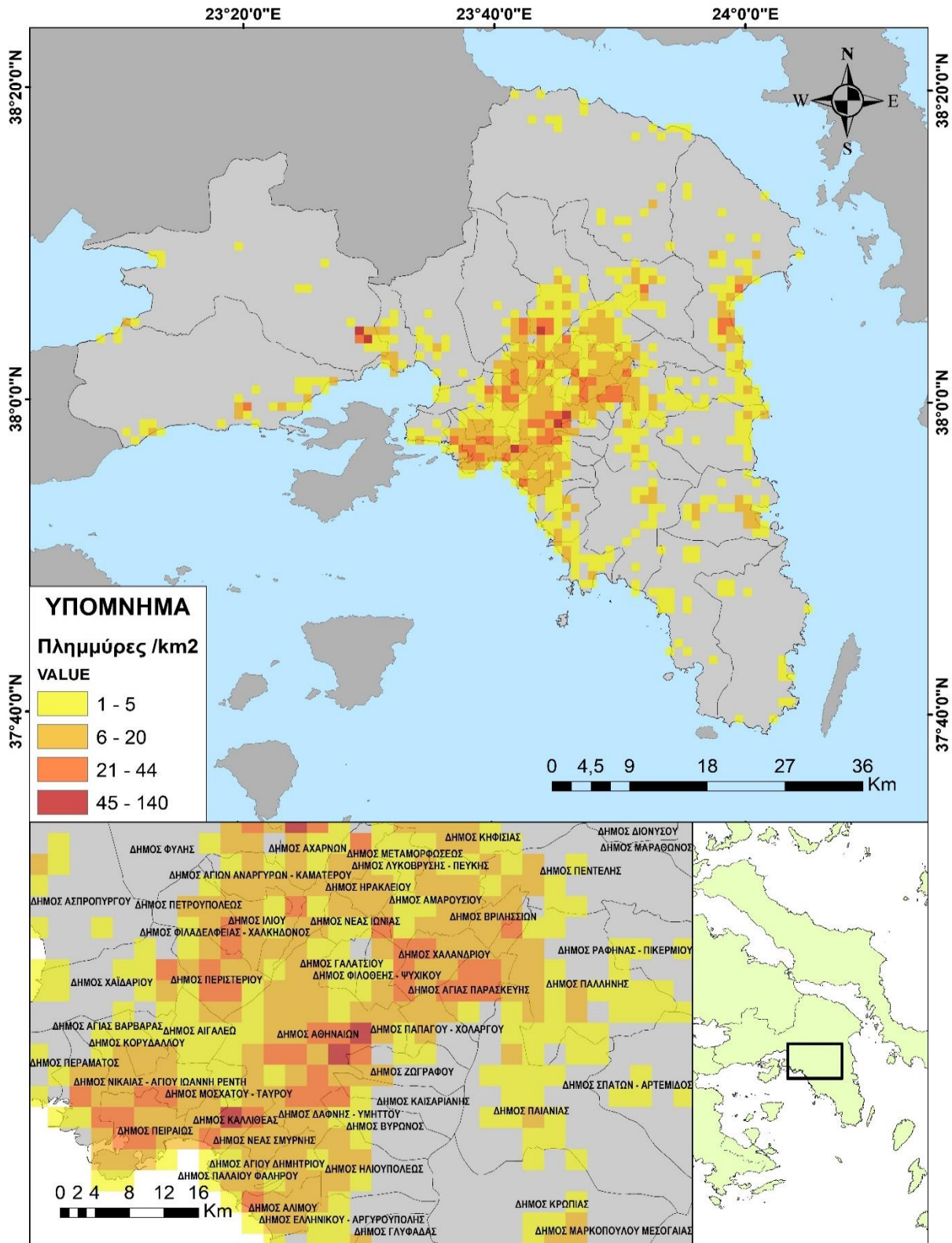
Ιδιαίτερα για τις περιοχές που βρίσκονται εκτός του λεκανοπεδίου Αθηνών, όπου ο αστικός ιστός παρουσιάζει μεγάλες ασυνέχειες, εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς ότι τα πλημμυρικά συμβάντα θα είναι συγκεντρωμένα σε συγκεκριμένα σημεία. Για παράδειγμα, όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς στον χάρτη 3.1 όπου αποτυπώνεται το σύνολο των συμβάντων, στη δυτική Αττική τα σημεία φαίνονται να πυκνώνουν έντονα σε ορισμένες περιοχές ενώ στο μεγαλύτερο μέρος της εν λόγω έκτασης εντοπίζονται ελάχιστα ή και καθόλου σημεία. Αυτός είναι και ο λόγος που δε χρησιμοποιείται ως κύριο εργαλείο της ανάλυσης μια απλή διαίρεση του αριθμού των συμβάντων με την έκταση που καταλαμβάνουν οι εν λόγω περιοχές, διότι ούτε κάτι τέτοιο όπως περιγράφηκε θα ήταν αντιπροσωπευτικό σε ικανοποιητικό βαθμό.

Χρειάζεται λοιπόν μια μέθοδος προσέγγισης κατά την οποία θα εξετάζεται με σημαντική λεπτομέρεια και ακρίβεια με ποιο τρόπο κατανέμονται τα πλημμυρικά συμβάντα στην έκταση των διάφορων δήμων και περιφερειακών ενότητων, αλλά και ποια ακριβώς είναι τα σημεία εντός αυτών τα οποία παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα συμβάντων, άρα και επιβάρυνση από τα φαινόμενα της πλημμύρας.

#### **3.3.2: Περιγραφή της εφαρμογής σε περιβάλλον ΣΓΠ**

Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης ανάλυσης, χρησιμοποιώντας τη βάση που είχε αναπτυχθεί σε GIS στην αρχή, και συγκεκριμένα τα σημεία που αποτυπώνουν τα συμβάντα με χρήση των συντεταγμένων τους, δημιουργήθηκε αρχείο μορφής raster. Πρόκειται για ένα πλέγμα από ψηφίδες (pixels) διατεταγμένες σε σειρές και στήλες, με κάθε ψηφίδα να έχει συγκεκριμένο μέγεθος, να εμπεριέχει μια τιμή και με βάση αυτή να παίρνει το κατάλληλο χρώμα

μέσα από μια χρωματική διαβάθμιση. Δημιουργήθηκε, λοιπόν, ένα πλέγμα ψηφίδων με κάθε ψηφίδα να έχει μέγεθος  $1\text{km} \times 1\text{km}$ , δηλαδή καλύπτει έκταση ίση με  $1\text{ km}^2$ . Για κάθε ψηφίδα καταχωρείται ο αριθμός των σημείων (συμβάντων) που βρίσκονται εντός των ορίων της. Τελικά, το αρχείο που προκύπτει απεικονίζει τον αριθμό των πλημμυρικών συμβάντων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο ( $\text{km}^2$ ), την πυκνότητα δηλαδή των πλημμυρικών συμβάντων. Δημιουργήθηκαν, έπειτα, 4 κατηγορίες πυκνότητας: χαμηλή, μέση, υψηλή και πολύ υψηλή πυκνότητα. Τα αποτελέσματα της εν λόγω ανάλυσης παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη.



Χάρτης 3.4: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Παρατηρώντας τον παραπάνω χάρτη 3.4 που καταρτίστηκε, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την επιβάρυνση συγκεκριμένων περιοχών της περιοχής μελέτης από τα φαινόμενα της πλημμύρας. Όσον αφορά το λεκανοπέδιο της Αττικής και το πολεοδομικό συγκρότημα Αθήνας Πειραιά, ελάχιστα είναι τα σημεία όπου δεν παρατηρούνται ψηφίδες, όπου δηλαδή τα πλημμυρικά συμβάντα είναι μηδενικά. Πιο αναλυτικά, έντονη πυκνότητα παρουσιάζεται στο βορειοδυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου και συγκεκριμένα στο δήμο Αχαρνών, αλλά και στους δήμους Φυλής και Μεταμορφώσεως στα σύνορά τους με τον πρώτο. Το ίδιο συμβαίνει και στο βορειανατολικό τμήμα όπου οι δήμοι του Χαλανδρίου, της Αγίας Παρασκευής και ένα κομμάτι του δήμου της Νέας Ιωνίας πρωτίστως, και του Αμαρουσίου και Βριλησίων δευτερευόντως παρουσιάζουν υψηλή συχνότητα πλυμμυρικών φαινομένων. Σημαντικό πρόβλημα πλημμυρών φαίνεται να αντιμετωπίζει ο δήμος Περιστερίου αλλά και κομμάτια των δήμων Ιλίου και Χαϊδαρίου σε σημεία που συνορεύουν με αυτόν. Αναφορικά με το δήμο Αθηναίων, σημεία υψηλής πυκνότητας σημειώνονται στο ανατολικό του τμήμα που περιλαμβάνει περιοχές όπως το Κουκάκι, το Νέο Κόσμο, το Παγκράτι, τους Αμπελόκηπους, τα Ιλίσια και τα σημεία που συνορεύει με τους δήμους Ζωγράφου, Καισαριανής και Βύρωνα. Περιοχές που φαίνεται να αντιμετωπίζουν επίσης ιδιαίτερο πρόβλημα από τα φαινόμενα της πλημμύρας είναι οι περιοχές του λεκανοπεδίου που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα, με κυριότερες τις περιοχές των δήμων Καλλιθέας, Μοσχάτου-Ταύρου, Πειραιώς, Νίκαιας- Αγ. Ιωάννη Ρέντη και Περάματος.

Στις περιοχές εκτός λεκανοπεδίου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω παρατηρείται διαφορετική κατανομή της πυκνότητας των πλημμυρικών συμβάντων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται μεγάλη ανομοιομορφία ως προς το πώς κατανέμονται οι πλημμύρες χωρικά. Στη δυτική Αττική, το μεγαλύτερο κομμάτι δεν παρουσιάζει καθόλου συμβάντα, και αυτά συγκεντρώνονται κατά κύριο λόγο γύρω από τα αστικά κέντρα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα παρουσιάζεται στα Μέγαρα και σε τοποθεσίες γύρω από αυτά και παραλιακά (Νέα Πέραμος, Μεγάλο Πεύκο κλπ), στην Ελευσίνα και ιδιαίτερα στο παραλιακό μέτωπο, στο δυτικό κομμάτι του δήμου Ασπροπύργου και στην περιοχή της Μάνδρας. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην περιοχή της Μάνδρας εντοπίζεται η ψηφίδα εντός των ορίων της οποίας καταγράφεται ο μεγαλύτερος αριθμός πλημμυρών (140 πλημμυρικά συμβάντα) με μεγάλη διαφορά από την δεύτερη μεγαλύτερη καταγραφή.

Στο ανατολικό κομμάτι της περιοχής μελέτης, υψηλή πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων σημειώνεται κατά κύριο λόγο στο προάστιο της Παιανίας, στο δήμο Μαρκόπουλου Μεσογαίας και στο δήμο Μαραθώνα, στην ομώνυμη κωμόπολη. Σημαντικό πρόβλημα φαίνεται να υπάρχει και σε όλο το παραλιακό μέτωπο που ορίζεται νότια από την περιοχή του Πόρτο Ράφτη και βόρεια από την κωμόπολη του Μαραθώνα, δηλαδή στις περιοχές της Αρτέμιδας, της Ραφήνας και της Νέας Μάκρης.

Στη νότια Αττική, οι περιοχές του Αλίμου, της Γλυφάδας, της Βούλας και της Βουλιαγμένης εμφανίζουν σημαντική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων, και δευτερευόντως το Λαύριο και η Βάρη.

Στη βόρεια Αττική υψηλή πυκνότητα παρατηρείται στο Καπανδρίτι, ενώ συγκέντρωση πλημμυρικών συμβάντων καταγράφεται και στην περιοχή των Αγίων Αποστόλων.

### 3.4: Χαρακτηριστικά πλημμυρών

Με τη βάση πλημμυρικών συμβάντων που αναπτύχθηκε σε περιβάλλον ΣΓΠ, εκτός από τη μελέτη της χωρικής κατανομής τους, σημαντικό είναι να υπολογιστούν και να εξεταστούν τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα πλημμυρικά συμβάντα. Μελετώντας και κατατάσσοντας τα σε κατηγορίες με κριτήριο τα χαρακτηριστικά αυτά, τα οποία συνδέονται με τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, είναι πιθανό να προκύψουν ιδιαίτερα χρήσιμες παρατηρήσεις και συμπεράσματα όπως για παράδειγμα τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των περιοχών που πλήττονται σε μεγαλύτερο βαθμό από το φαινόμενο της πλημμύρας. Έτσι, εξετάζονται και κατηγοριοποιούνται τα πλημμυρικά συμβάντα με βάση μια σειρά από παραμέτρους και δείκτες:

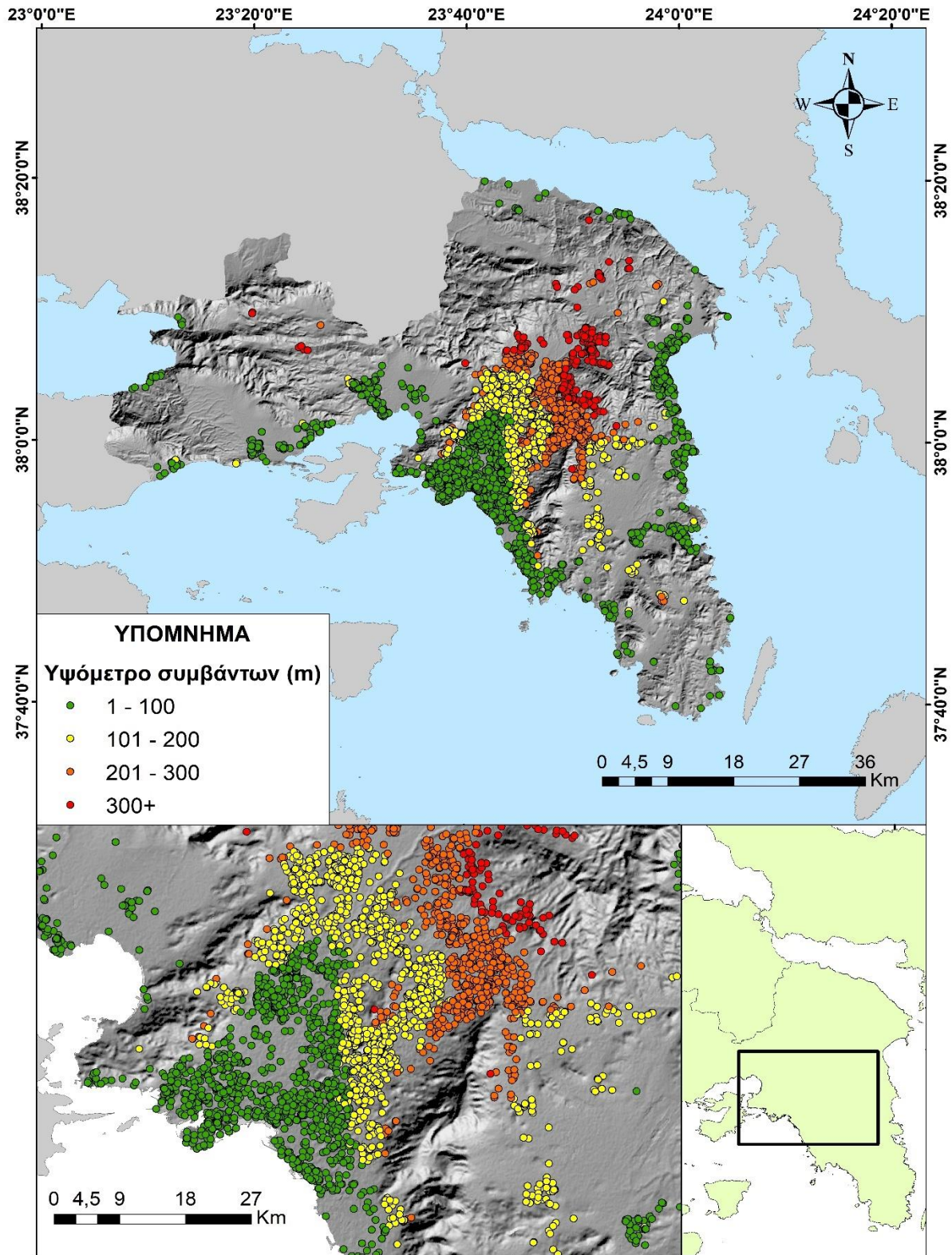
- **Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων σε σχέση με το υψόμετρο**

Για να εξεταστεί το υψόμετρο κάθε πλημμυρικού συμβάντος χρησιμοποιήθηκε η βάση που δημιουργήθηκε σε ΣΓΠ όπου κάθε συμβάν αποτυπώνεται με τις συντεταγμένες του ως σημείο. Χρησιμοποιήθηκε επίσης μοντέλο ψηφιακού εδάφους (DEM) το οποίο αντλήθηκε από την ιστοσελίδα του προγράμματος γεωσκόπησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Copernicus. Το εν λόγω μοντέλο είναι μορφής raster όπου κάθε του ψηφίδα έχει μέγεθος 25x25m. Ο τύπος του αρχείου είναι tiff.

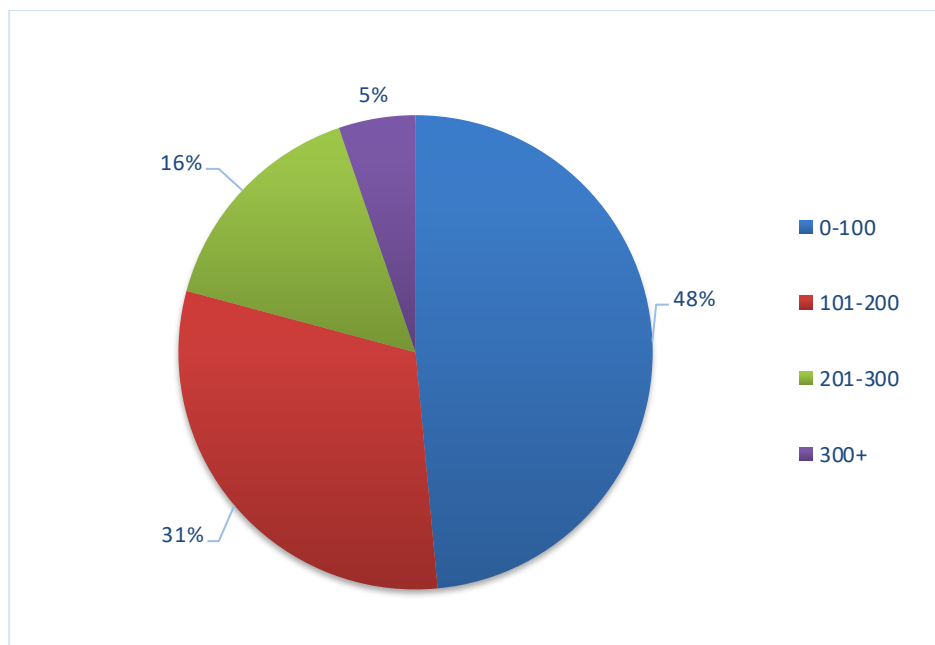
Αφού το μοντέλο εδάφους εισήχθη στο πρόγραμμα Arcmap 10.7 τροποποιήθηκε και διαμορφώθηκε κατάλληλα ώστε να είναι συμβατό με το σύστημα συντεταγμένων των υπολοίπων αρχείων (ΕΓΣΑ 87) και προσαρμόστηκε στα όρια της περιοχής μελέτης. Η πληροφορία που περιέχει κάθε ψηφίδα είναι το μέσο υψόμετρο που καταγράφηκε από δορυφόρους εντός των ορίων της. Στη συνέχεια για τον προσδιορισμό του υψομέτρου στο οποίο συνέβη το κάθε γεγονός με την εντολή Add surface information καταχωρείται στο κάθε σημείο η τιμή της ψηφίδας η οποία το περιβάλλει.

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι προσεγγιστική και η ακρίβειά της αυξάνεται όσο καλύτερη ανάλυση (δηλαδή μικρότερο μέγεθος ψηφίδας) έχει το ψηφιακό μοντέλο εδάφους.

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία που περιγράφηκε και μελετώντας τα αποτελέσματα, συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι περισσότερες πλημμύρες λαμβάνουν χώρα σε μικρά υψόμετρα και λιγότερες στα μεγαλύτερα. Πιο συγκεκριμένα, σχεδόν τα μισά πλημμυρικά συμβάντα (48%) εκδηλώθηκαν σε υψόμετρο 0-100 m, το 31% εκδηλώθηκε σε υψόμετρα μεταξύ 101 και 200 m, το 16% στο διάστημα 201-300 m, και σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 300 m εκδηλώθηκε μόλις το 5% των συμβάντων. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στο χάρτη που ακολουθεί και στο παρακάτω γράφημα.



Χάρτης 3.5: Υψόμετρα εκδήλωσης πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Σχήμα 3.2: Κατανομή υψομέτρων εκδήλωσης πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

- **Χιλιομετρική απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο**

Στο στάδιο αυτό, υπολογίζεται η απόσταση που απέχει το σημείο που εκδηλώθηκαν τα πλημμυρικά συμβάντα από το κοντινότερο σε αυτό σημείο του υδρογραφικού δικτύου. Για την εύρεση της εν λόγω απόστασης εισήχθη σε περιβάλλον GIS το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης σε μορφή vector (polylines).

Το αρχείο που περιείχε την τελική μορφή του υδρογραφικού δικτύου προέκυψε από τη συνένωση μικρότερων αρχείων που περιείχαν επιμέρους κομμάτια του. Τα εν λόγω αρχεία αντλήθηκαν από τον ηλεκτρονικό κατάλογο ανοικτών δεδομένων του Geodata, από το ΥΠΕΝ έπειτα από αίτημα στην υπηρεσία της Διεύθυνσης Προστασίας & Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος.

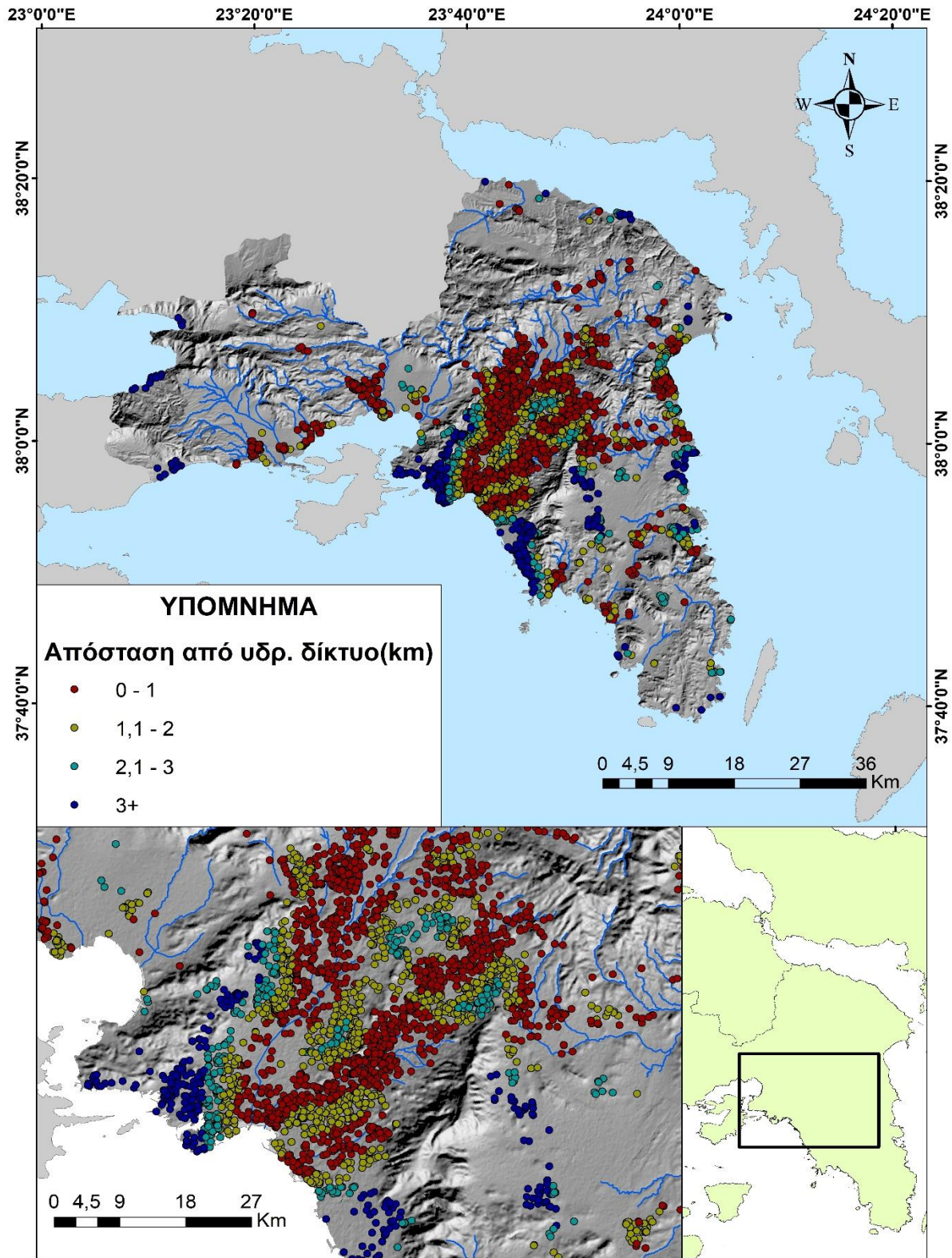
Το αρχείο που περιέχει την αποτύπωση του Ιλισού σε περιβάλλον GIS στάλθηκε από τον κύριο Παναγιώτη Δευτεραίο, με τη διευκρίνηση ότι η χάραξή του είναι προσεγγιστική και όχι με ακρίβεια τοπογραφικού οργάνου αλλά ακολουθεί με αρκετά καλή ακρίβεια τις οδούς κάτω από τις οποίες βρίσκεται στα καλυμμένα τμήματα.

Τα επιμέρους αρχεία συνενώθηκαν μετά από επεξεργασία ώστε να βρίσκονται στο ελληνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87 και να ταιριάζουν ως προς τη μορφή. Έπειτα, με την εντολή Near υπολογίστηκε και καταγράφηκε για κάθε σημείο (συμβάν) η απόστασή του από τον κοντινότερο ποταμό ή ρέμα. Ανάλογα με την απόσταση αυτή, τα σημεία στη συνέχεια χωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες.

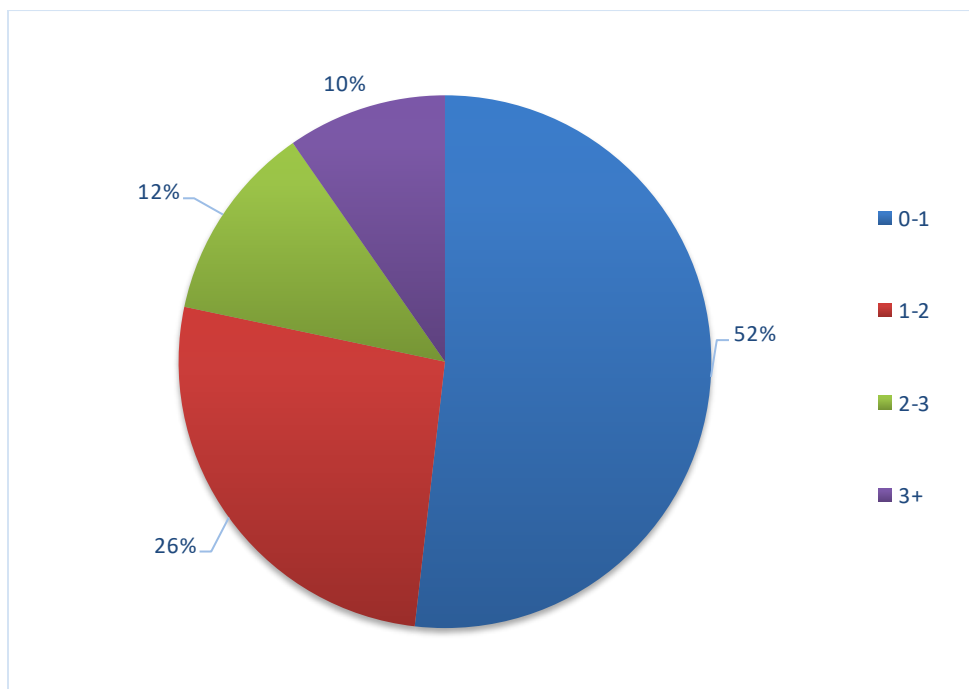
Μελετώντας την κατανομή των πλημμυρών στις 4 αυτές κατηγορίες, προκύπτει ότι η πλειοψηφία τους έλαβε χώρα σε μικρή απόσταση από κάποιο ρέμα ή ποταμό. Πιο αναλυτικά, το 52% των συμβάντων εκδηλώθηκε σε απόσταση μέχρι και 1 km από κάποιο

στοιχείο του υδρογραφικού δικτύου, ενώ ακολουθεί το διάστημα 1-2 km με 26% και το διάστημα 2-3 km με 12%. Τέλος, το 10% των συμβάντων εκδηλώθηκε σε απόσταση μεγαλύτερη των 3 km. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο χάρτη και στο γράφημα που ακολουθεί.





Χάρτης 3.6: Χιλιομετρική απόσταση πλημμυρικών συμβάντων από το υδρογραφικό δίκτυο  
(Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Σχήμα 3.3: Κατανομή χιλιομετρικής απόστασης πλημμυρικών συμβάντων από τα στοιχεία του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

- **Υψομετρική απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο**

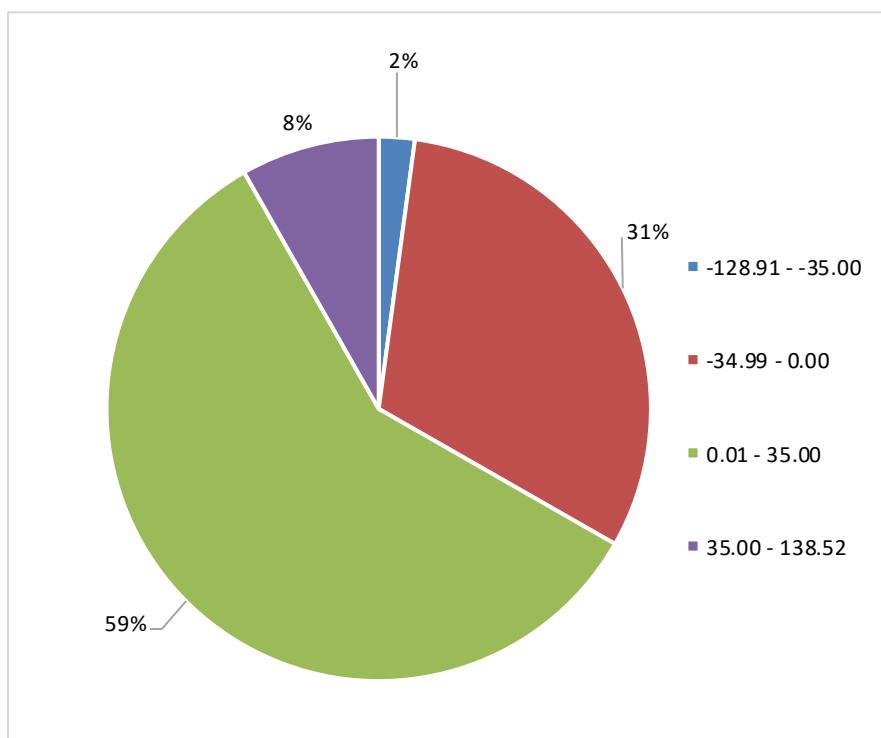
Όσον αφορά στη θέση των συμβάντων σε σχέση με το υδρογραφικό δίκτυο εξίσου σημαντικό με τη χιλιομετρική θέση που υπολογίστηκε παραπάνω είναι και η υψομετρική διαφορά μεταξύ της θέσης εκδήλωσης των συμβάντων και του υδρογραφικού δικτύου.

Επειδή στοιχεία του υδρογραφικού δικτύου βρίσκονται σε μορφή polyline δεν μπορούν να απομονωθούν τα σημεία του ώστε να βρεθεί το υψόμετρό τους, και δεν υπάρχει εντολή μέσω της οποίας να μπορεί να γίνει υπολογισμός του ζητούμενου μεγέθους άμεσα. Έτσι, η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιήθηκε με έμμεσο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, κατά μήκος των στοιχείων του υδρογραφικού δικτύου δημιουργήθηκαν σημεία.

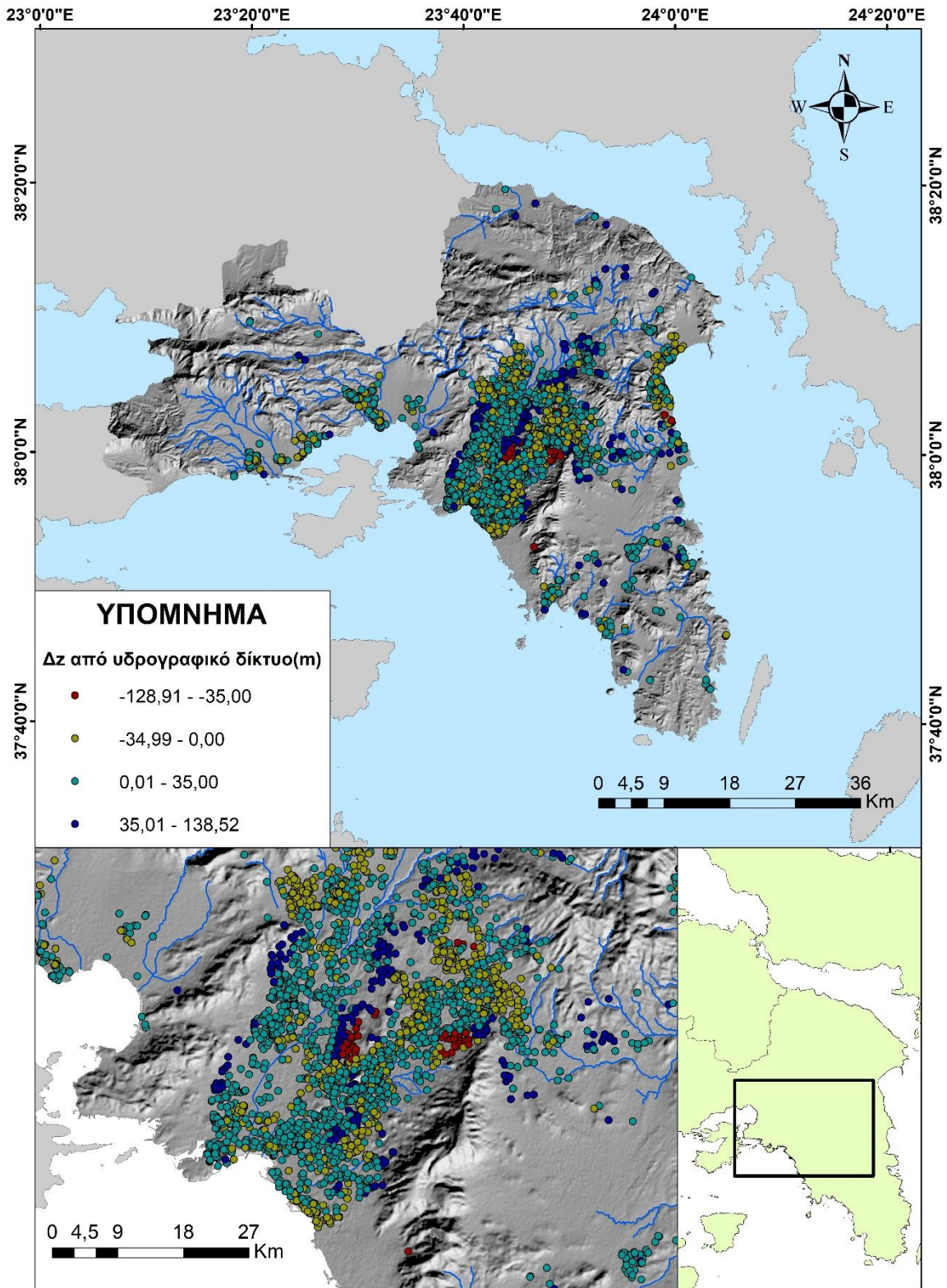
Επειδή η κάθε ψηφίδα του DEM έχει έκταση 25 x 25 m κάθε σημείο δημιουργήθηκε σε απόσταση μικρότερη των 25 m από το προηγούμενό του. Με αυτόν τον τρόπο, αν και η μέθοδος είναι προσεγγιστική, αποκτά ικανοποιητική ακρίβεια διότι σε κάθε ψηφίδα του DEM που βρίσκεται κάτω από το υδρογραφικό δίκτυο αντιστοιχεί τουλάχιστον ένα σημείο του. Αφού ολοκληρώθηκε η εν λόγω διαδικασία, στα σημεία που δημιουργήθηκαν πάνω στο υδρογραφικό δίκτυο αποδόθηκαν τα υψόμετρα με την εντολή Add surface information. Έπειτα με την εντολή Near και τον τρόπο που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο βρέθηκε για κάθε σημείο που αντιστοιχεί σε πλημμυρικό συμβάν το κοντινότερο σημείο του υδρογραφικού δικτύου και υπολογίστηκε η υψομετρική τους διαφορά, η οποία θα μπορούσε να έχει και αρνητικό και θετικό πρόσημο.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι στην ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα σημεία που απείχαν μέχρι και 2,5 km από το κοντινότερο στοιχείο του υδρογραφικού δικτύου. Η συγκεκριμένη επιλογή εξηγείται από το γεγονός ότι τα σημεία που απέχουν πολύ μεγάλες αποστάσεις από το υδρογραφικό δίκτυο επί της ουσίας δε βρίσκονται στην «περιοχή» του. Για παράδειγμα παρατηρήθηκαν σημεία συμβάντων τα οποία βρίσκονταν δίπλα στην ακτή και το κοντινότερο στοιχείο υδρογραφικού δικτύου βρισκόταν στην πίσω πλευρά του κοντινού βουνού. Καταλαβαίνει λοιπόν κανείς ότι τα σημεία που απέχουν ιδιαίτερα μεγάλες αποστάσεις από το υδρογραφικό δίκτυο στην πραγματικότητα δεν επηρεάζονται από αυτό.

Τέλος, τα σημεία κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τις τιμές που προέκυψαν σε 4 κατηγορίες. Όπως προκύπτει από την εν λόγω κατηγοριοποίηση, το 59% των συμβάντων εκδηλώθηκε 0-35 m ψηλότερα από το υδρογραφικό δίκτυο και το 8% 38-138.52 m ψηλότερα. Τέλος, 0-35 m χαμηλότερα από το υδρογραφικό δίκτυο έλαβε χώρα το 31% των συμβάντων και 35-128.91 m χαμηλότερα το 2%. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα και στο χάρτη που ακολουθούν.



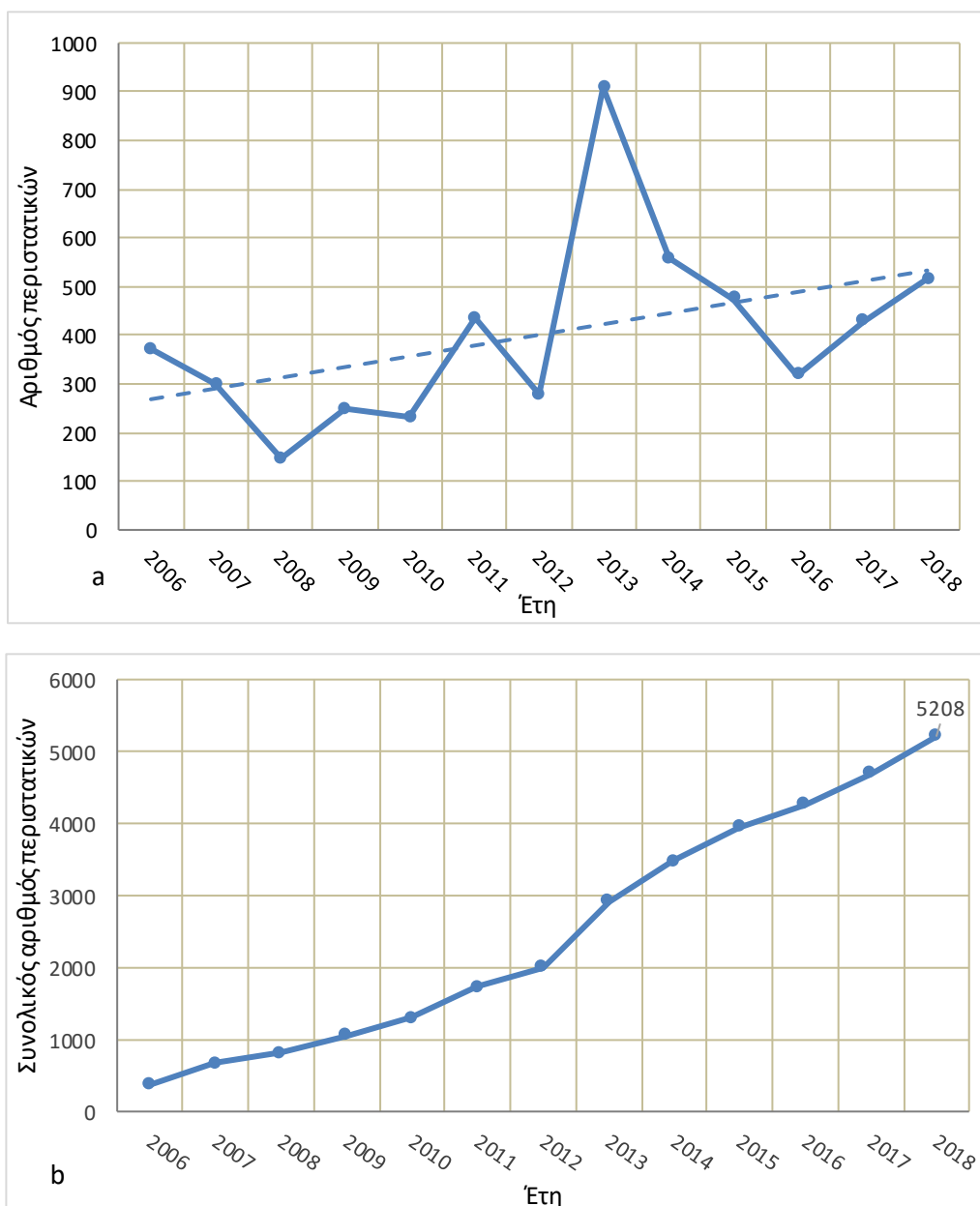
Σχήμα 3.4: Κατανομή υψομετρικής διαφοράς μεταξύ της θέσης εκδήλωσης των πλημμυρικών συμβάντων και του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



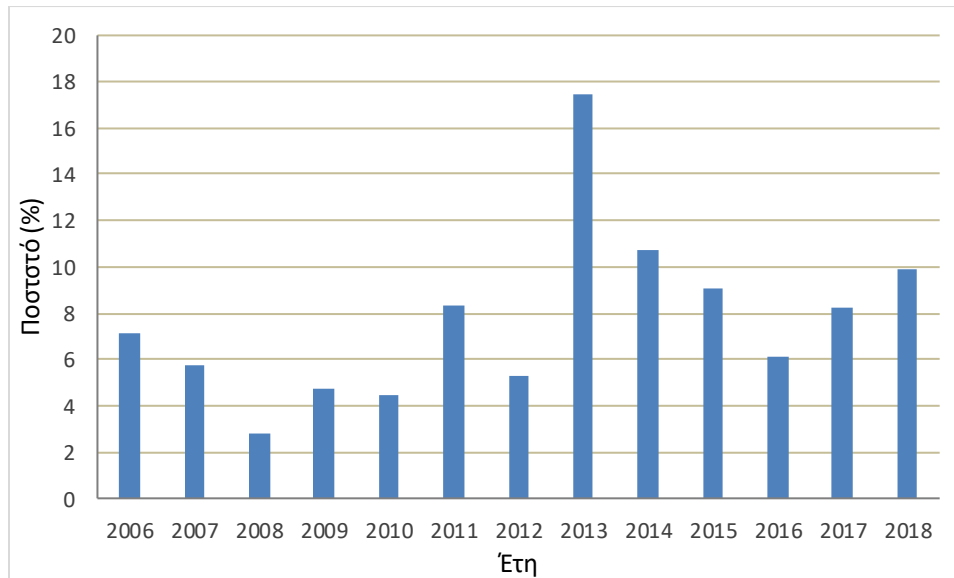
Χάρτης 3.7: Υψομετρική διαφορά μεταξύ της θέσης εκδήλωσης των πλημμυρικών συμβάντων και του υδρογραφικού δικτύου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### 3.5: Χρονική κατανομή πλημμυρών

Εκτός από τη μελέτη της κατανομής των πλημμυρικών συμβάντων στο χώρο, αναπόσπαστο κομμάτι της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο εκδηλώνονται οι πλημμύρες αποτελεί και η μελέτη και ανάλυση της χρονικής τους κατανομής. Για να μελετηθεί η εξέλιξη των πλημμυρών στο χρόνο στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε η ημερομηνία, σε μορφή ημέρα/μήνας/έτος που είχε καταγραφεί για κάθε συμβάν στον κατάλογο που συγκροτήθηκε στην αρχή της εργασίας. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά διαγράμματα που περιγράφουν την εξέλιξη αυτή.



Σχήμα 3.5, 3.6: a) Αριθμός περιστατικών κατά έτος, b) Μεταβολή συνολικού αριθμού περιστατικών (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

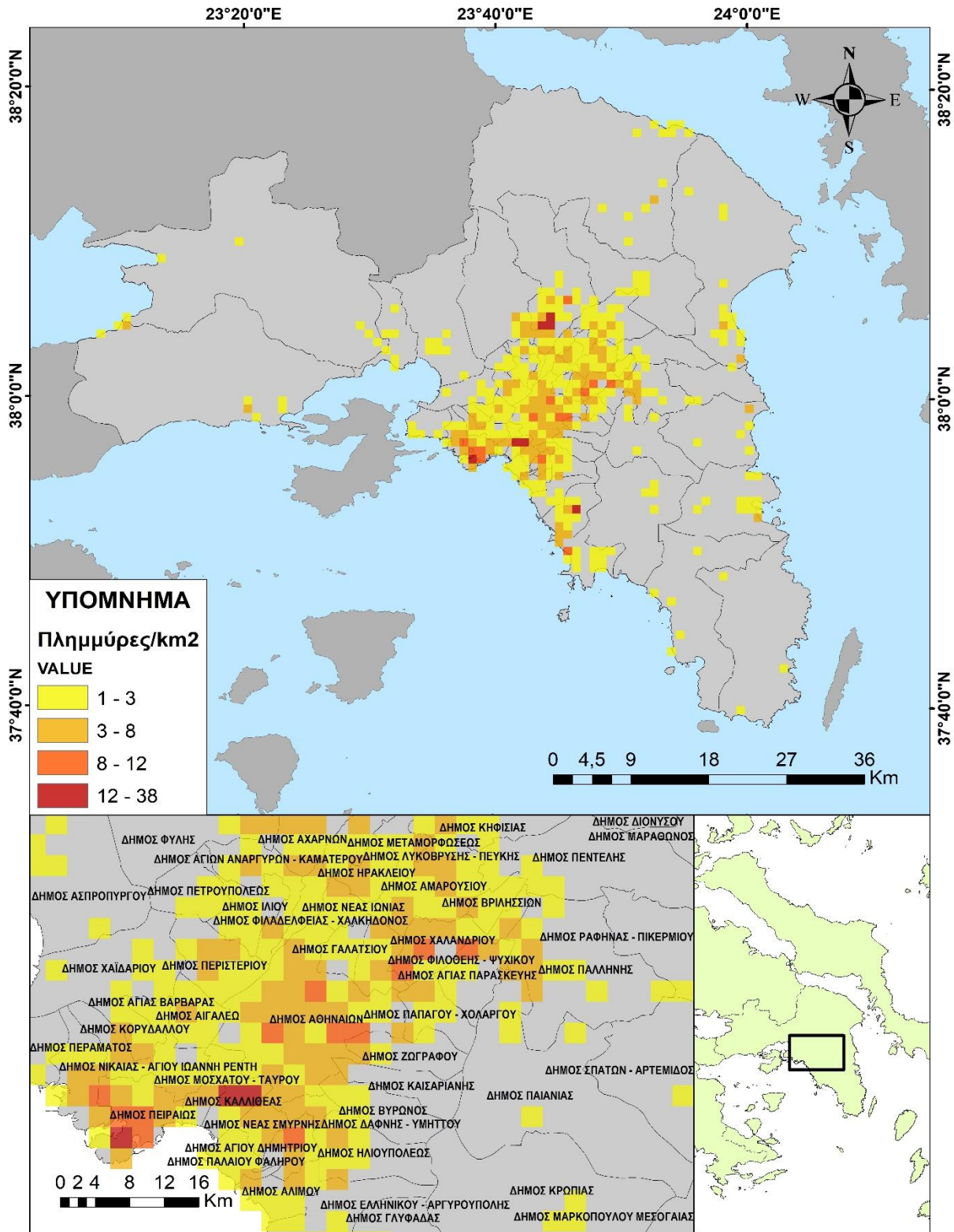


Σχήμα 3.7: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

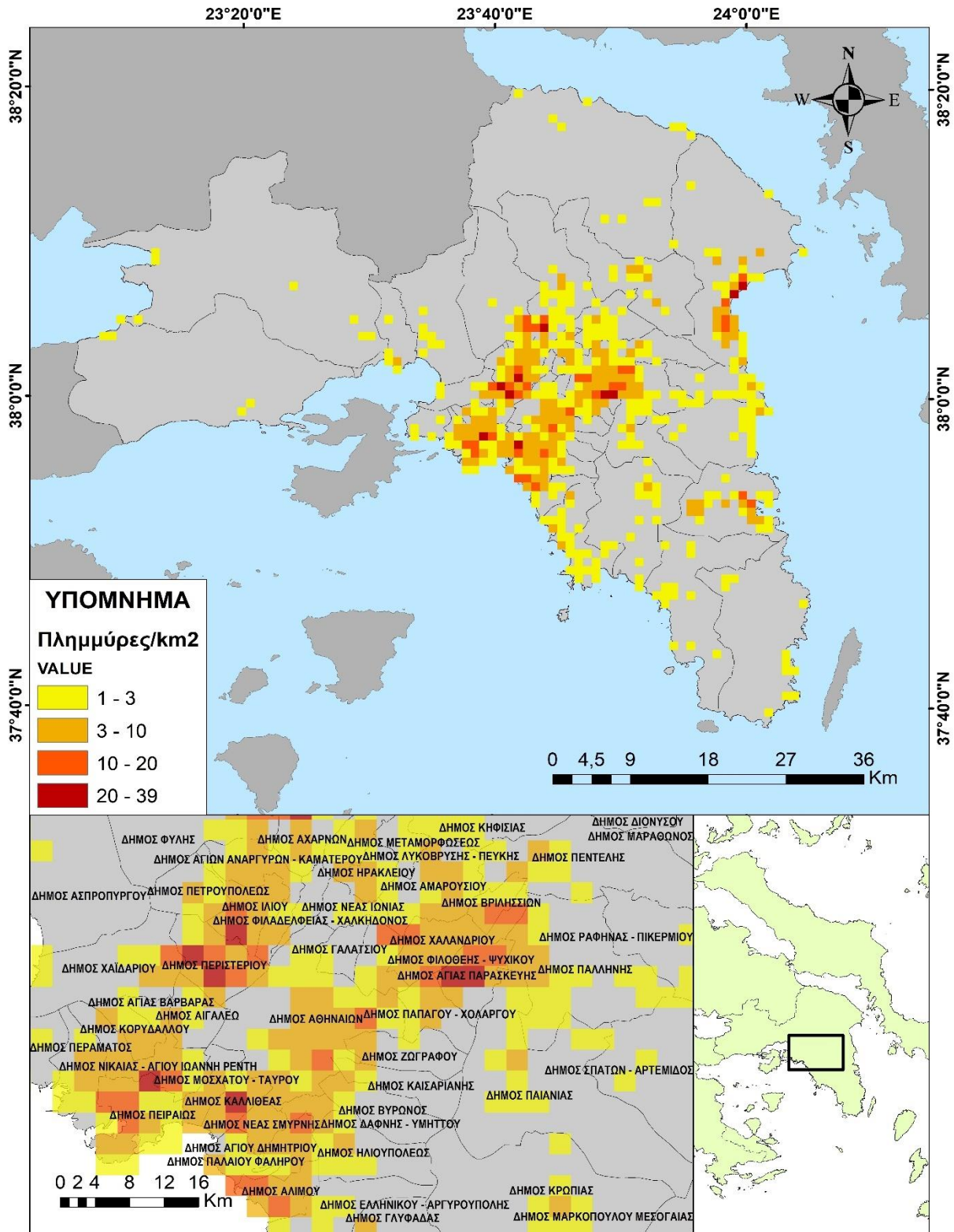
Μελετώντας την ανάλυση και την απεικόνιση του πώς μεταβάλλεται ο αριθμός των πλημμυρικών συμβάντων, προκύπτει μια μικρή αύξηση στο χρονικό διάστημα των 13 ετών που εξετάζεται. Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στο έτος 2013 κατά τη διάρκεια του οποίου καταγράφηκαν 909 πλημμυρικά συμβάντα που είναι με διαφορά ο μεγαλύτερος αριθμός συμβάντων που καταγράφηκε σε ένα έτος και αποτελεί το 17,45% του συνόλου.

Στη συνέχεια, εξετάζεται η επαναληψιμότητα των συμβάντων, δηλαδή το κατά πόσο συγκεκριμένα τμήματα της περιοχής μελέτης πλήττονται από το φαινόμενο της πλημμύρας με τρόπο επαναλαμβανόμενο. Σε πρώτο στάδιο, για τους σκοπούς της συγκεκριμένης ανάλυσης, το χρονικό διάστημα που μελετάται χωρίστηκε σε επιμέρους μικρότερα χρονικά διαστήματα. Πιο συγκεκριμένα, το συνολικό διάστημα 2006-2018 χωρίστηκε στην 5ετία 2006-2010, στην 4ετία 2011-2014, και στην 4ετία 2015-2018. Στη συνέχεια, σύμφωνα με την παραπάνω κατηγοριοποίηση, τα πλημμυρικά συμβάντα (σημεία) από τα οποία αποτελείται η βάση ομαδοποιήθηκαν σε 3 κατηγορίες ανάλογα με την ημερομηνία που έλαβαν χώρα: αυτά που εκδηλώθηκαν το διάστημα 2006-2010, αυτά που εκδηλώθηκαν το διάστημα 2011-2014 και αυτά που εκδηλώθηκαν το διάστημα 2015-2018.

Προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν περιοχές όπου εκδηλώνονται πλημμυρικά γεγονότα σε τακτική βάση, και αν υπάρχουν να προσδιοριστεί ποια είναι αυτά με λεπτομέρεια, ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφηκε και σε προηγούμενη ανάλυση. Χρησιμοποιώντας τα σημεία της κάθε κατηγορίας ως δεδομένα εισαγωγής στην εντολή Point to Raster δημιουργήθηκε αρχείο μορφής raster το οποίο αποτελείται από ψηφίδες (pixels) με μέγεθος 1 x 1 km με καθεμία να έχει καταχωρημένο ως πληροφορία τον αριθμό των συμβάντων που παρουσιάζονται εντός των ορίων της. Ανάλογα με το πλήθος αυτό οι ψηφίδες χωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με την ολοκλήρωση της διαδικασίας παρουσιάζονται στους 3 χάρτες που ακολουθούν.

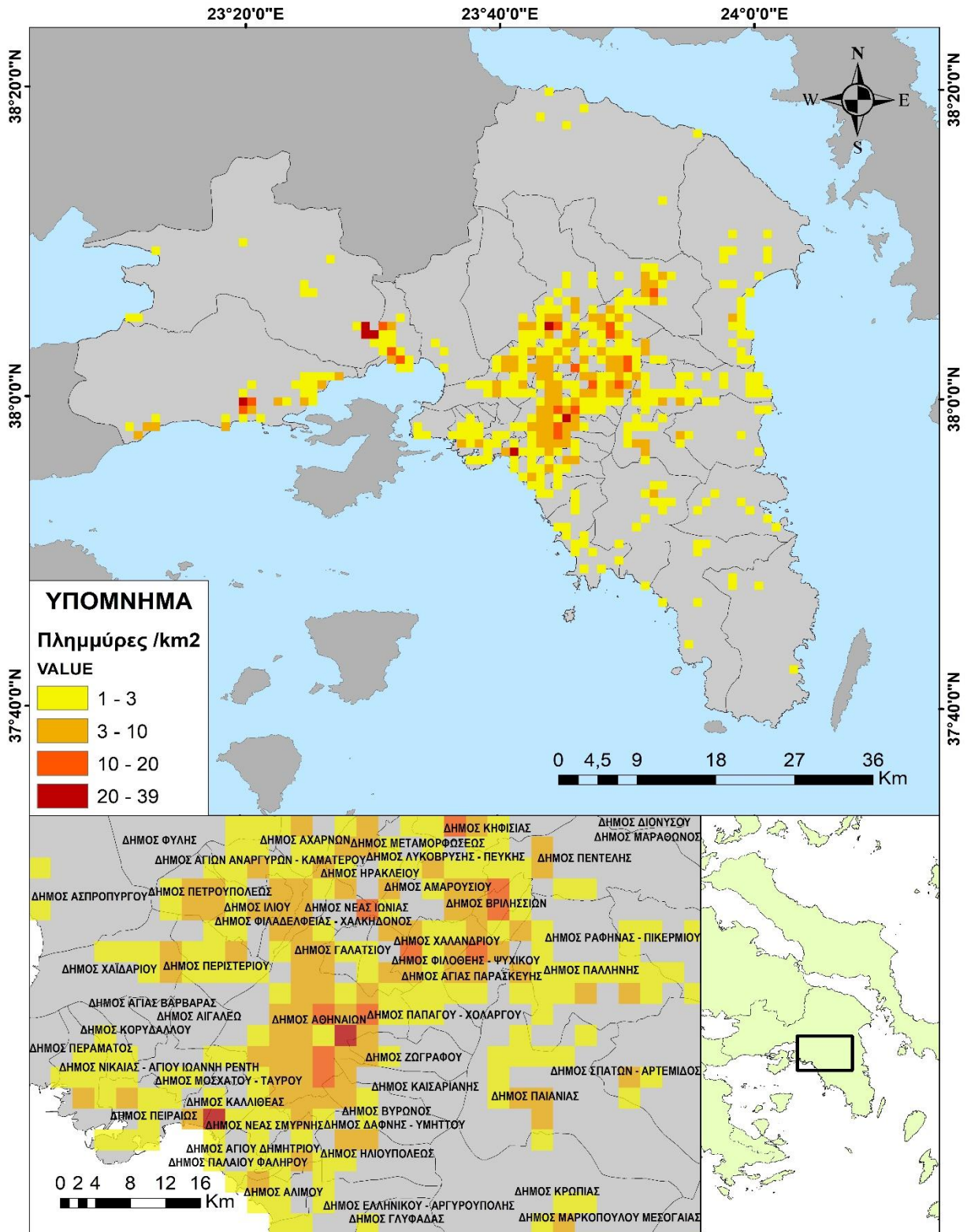


Χάρτης 3.8: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2006-2010 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 3.9: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2011-2014 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)





Χάρτης 3.10: Χωρική πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων το διάστημα 2011-2014 στην περιοχή μελέτης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Από τους χάρτες 3.8, 3.9, 3.10 που παρουσιάζουν σε περιβάλλον ΣΓΠ τα αποτελέσματα της ανάλυσης που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο προκύπτουν σημαντικές παρατηρήσεις όσον αφορά την επαναληψιμότητα των πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης.

Ειδικότερα, αυξημένη πυκνότητα συμβάντων εμφανίζεται στο δήμο Αχαρνών, και μάλιστα στο μεγαλύτερο κομμάτι της έκτασής του και στα 3 χρονικά διαστήματα που εξετάζονται. Αυξημένη πυκνότητα επίσης υπάρχει και στο ανατολικό κομμάτι του λεκανοπεδίου Αθηνών, με το πρόβλημα να παρουσιάζεται εντονότερο στο δήμο Χαλανδρίου όπου παρατηρούνται σημεία αυξημένης πυκνότητας και στους 3 χάρτες, ενώ ακολουθούν οι δήμοι Βριλησίων και Αγίας Παρασκευής που συνορεύουν με αυτόν.

Σημαντικό πρόβλημα πλημμυρικών συμβάντων σε τακτική βάση φαίνεται να υπάρχει και στο δήμο Περιστερίου, ιδιαίτερα στο τμήμα του που συναντά τους δήμους Ιλίου και Νέας Φιλαδέλφειας. Μάλιστα, το διάστημα 2011-2014 ο συγκεκριμένος δήμος παρουσιάζει αξιοσημείωτη επιβάρυνση όπου παρατηρούνται τμήματα αυξημένης πυκνότητας σχεδόν σε όλη την έκτασή του.

Σε ό, τι σχετίζεται με το δήμο Αθηναίων, φαίνεται να αντιμετωπίζει κατ' εξακολούθηση πρόβλημα από πλημμυρικά συμβάντα, με το πρόβλημα να εμφανίζεται αρκετά έντονο στο ανατολικό του κομμάτι και συγκεκριμένα στα σύνορά του με τους δήμους Καισαριανής και Ζωγράφου, όπου βρίσκονται τα Ιλίσια και το Γουδί. Αυξημένη επίσης πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων και στα 3 διαστήματα που μελετώνται παρουσιάζεται στη γεωγραφική περιοχή που ορίζουν οι δήμοι Μοσχάτου Ταύρου και Καλλιθέας, και μάλιστα σημειώνοντας σημεία υψηλής πυκνότητας, ανάλογα με το διάστημα που εξετάζεται σε όλη την έκτασή τους.

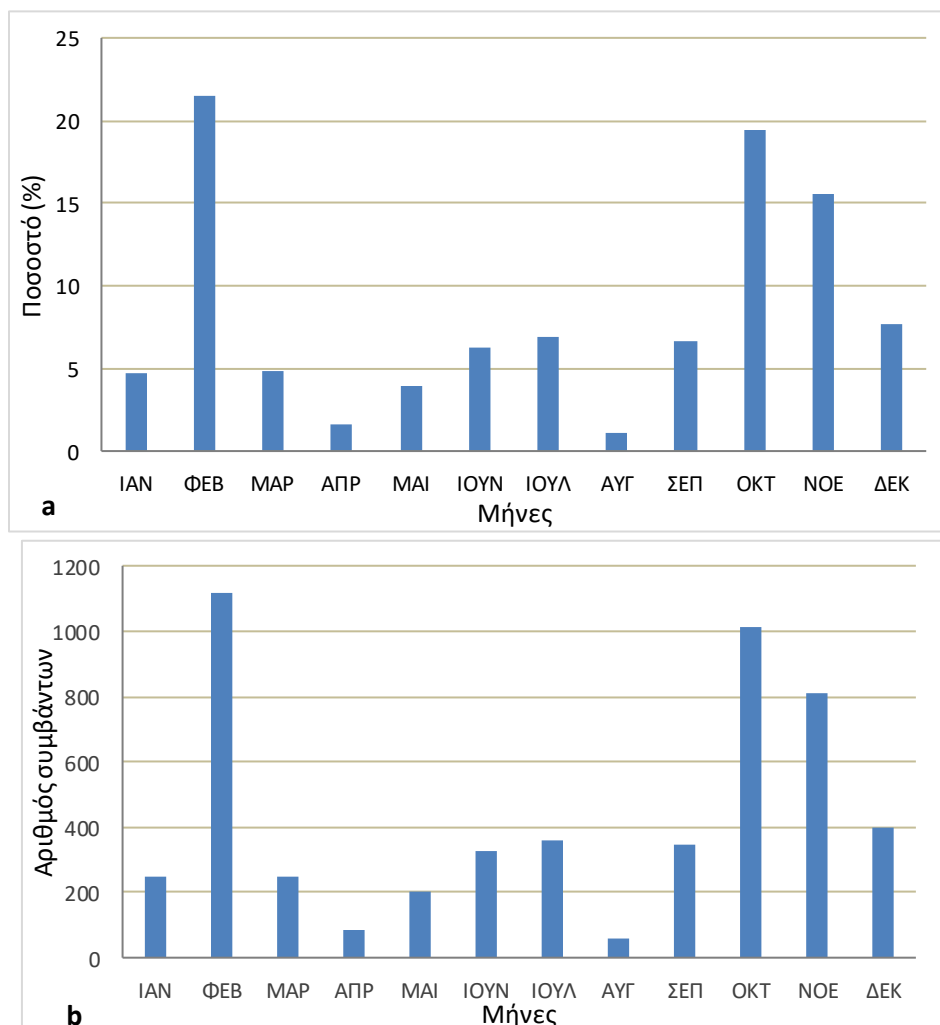
Όσον αφορά το δήμο Πειραιά, οξυμένο πρόβλημα και στους 3 χάρτες εμφανίζεται σε όλη την έκτασή του, άλλα και στους δήμους Νίκαιας-Αγίου Ιωάννη Ρέντη και Κερατσινίου Δραπετσώνας στα σημεία που συνορεύουν με αυτόν. Στους δήμους Αλίμου, Γλυφάδας, Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης σημειώνονται συγκεκριμένα σημεία που αντιμετωπίζουν τακτικά πρόβλημα στα παραθαλάσσια τμήματά τους. Άλλα σημεία που παρατηρείται τοπικό πρόβλημα είναι το Κορωπί, το παραλιακό μέτωπο της Ελευσίνας, η περιοχή του Πόρτο Ράφτη στο δήμο Μαρκόπουλου Μεσογαίας και τα σημεία της Δροσιάς, της Άνοιξης και της Σταμάτας στο δήμο Διονύσου.

Ιδιαίτερης αναφορά πρέπει να γίνει σε 3 δήμους όπου παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων σε ορισμένες θέσεις τους, που δεν παρουσιάζεται επαναλαμβανόμενα αλλά μόνο στο 1 από τα 3 χρονικά διαστήματα που μελετήθηκαν. Στο δήμο Μαραθώνα εμφανίζεται έντονο πρόβλημα το διάστημα 2011-2014, με μεγάλη επιβάρυνση να καταγράφεται στις παραθαλάσσιες περιοχές του, δηλαδή στο Σχινιά, στον Άγιο Παντελεήμονα και στη Νέα Μάκρη. Σημεία όπου καταγράφονται πλημμυρικά συμβάντα εμφανίζονται και στους άλλους 2 χάρτες, παρουσιάζοντας ωστόσο πολύ μικρότερη πυκνότητα. Στο δήμο Μάνδρας-Ειδυλλίας, και συγκεκριμένα στην περιοχή της Μάνδρας και της Μαγούλας παρουσιάζεται πολύ έντονη πυκνότητα πλημμυρικών συμβάντων κατά το διάστημα 2015-2018. Μάλιστα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε 3 ψηφίδες που εμφανίζονται στην περιοχή αυτή, δηλαδή

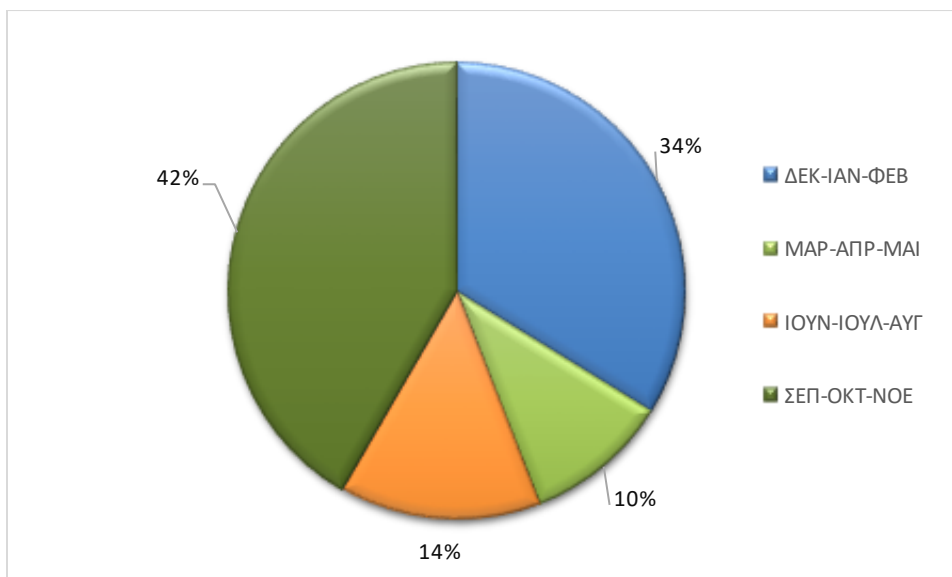
σε μια ακτίνα περίπου 3 km καταγράφονται 71, 74 και 112 συμβάντα πλημμυρών. Τέλος, το ίδιο διάστημα (2015-2018) αυξημένη πυκνότητα συμβάντων πλημμύρας εμφανίζεται στο δήμο Μεγαρέων, και ιδιαίτερα στην ομώνυμη πόλη και κατά μήκος των παράκτιων περιοχών στο ανατολικό τμήμα του.

### 3.6: Εποχικότητα

Ακόμα μια σημαντική μεταβλητή της πολυπλοκότητας του φαινομένου που καλείται να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος αντιμετωπίζοντας είναι η εποχικότητα που παρουσιάζουν τα πλημμυρικά συμβάντα. Μέσω των πλημμυρικών φαινομένων με βάση το μήνα και την περίοδο του έτους που εκδηλώνονται είναι πιθανόν να εμφανιστούν μοτίβα που αν εξεταστούν με προσοχή οδηγούν σε ιδιαίτερης σημασίας συμπεράσματα για τον τρόπο με τον οποίο εκδηλώνονται οι πλημμύρες σε μια περιοχή.



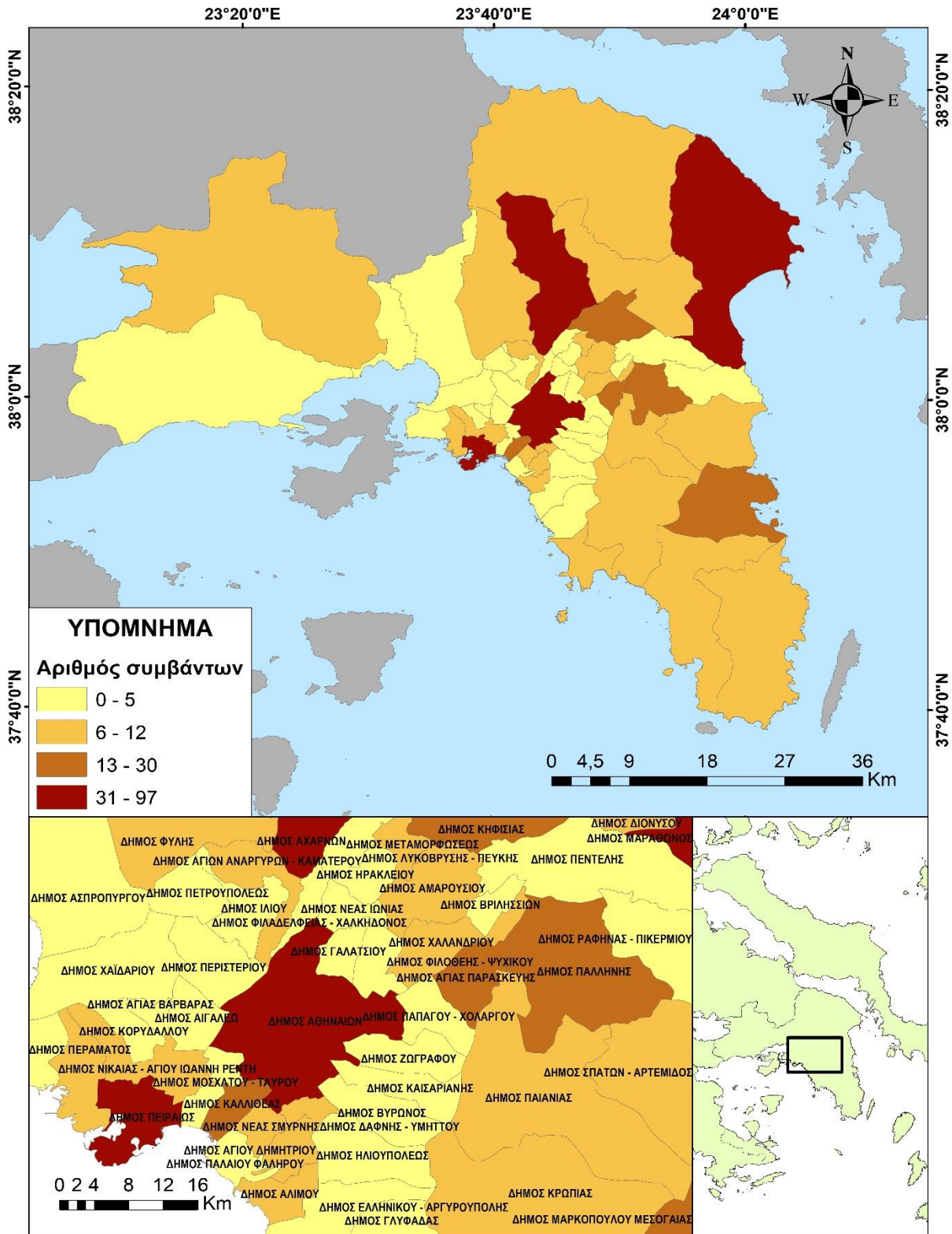
Σχήμα 3.8, 3.9: a) Ποσοστά συμβάντων ανά μήνα, b) Αριθμός συμβάντων ανά μήνα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



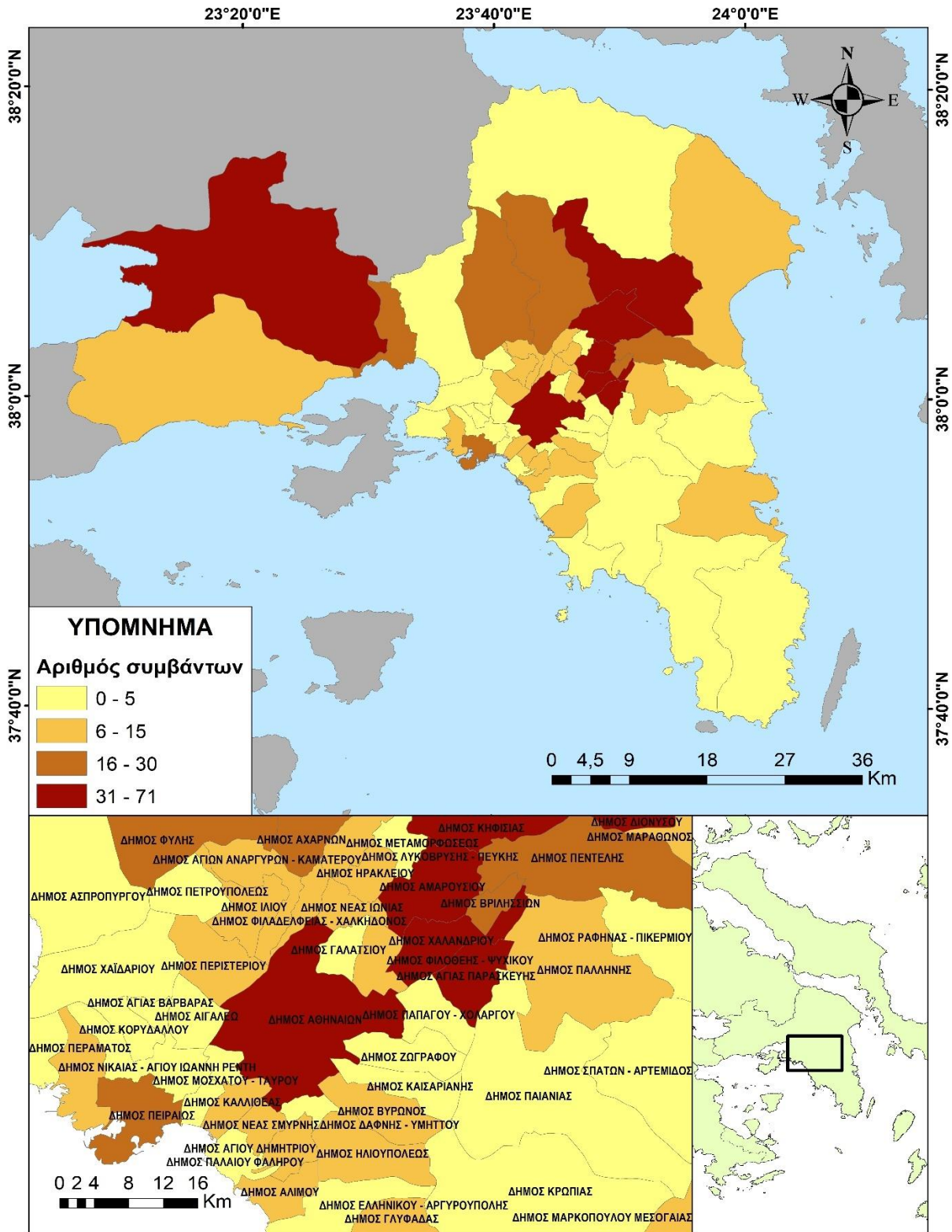
Σχήμα 3.10: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων σε εποχές (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Τα παραπάνω σχήματα παρουσιάζουν την κατανομή των πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στους 12 μήνες και στις 4 εποχές του χρόνου. Προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος των συμβάντων (42%) εκδηλώνεται τους φθινοπωρινούς μήνες ενώ ακολουθούν οι χειμερινοί μήνες (34%). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μεγαλύτερο ποσοστό των γεγονότων καταγράφηκαν καλοκαίρι (14%) αντί της άνοιξης (10%). Σε ό, τι σχετίζεται με την κατανομή των συμβάντων ανά μήνα, προέκυψε ότι ο Φεβρουάριος είναι ο μήνας με τα περισσότερα συμβάντα (21,5%) ενώ σημαντικό ποσοστό συμβάντων επί του συνόλου σημειώνεται τον Οκτώβριο (19,4%) και το Νοέμβριο (15,6%). Αντίθετα, τον Αύγουστο (1,1%) και τον Απρίλιο (1,6%) σημειώνονται τα λιγότερα πλημμυρικά συμβάντα.

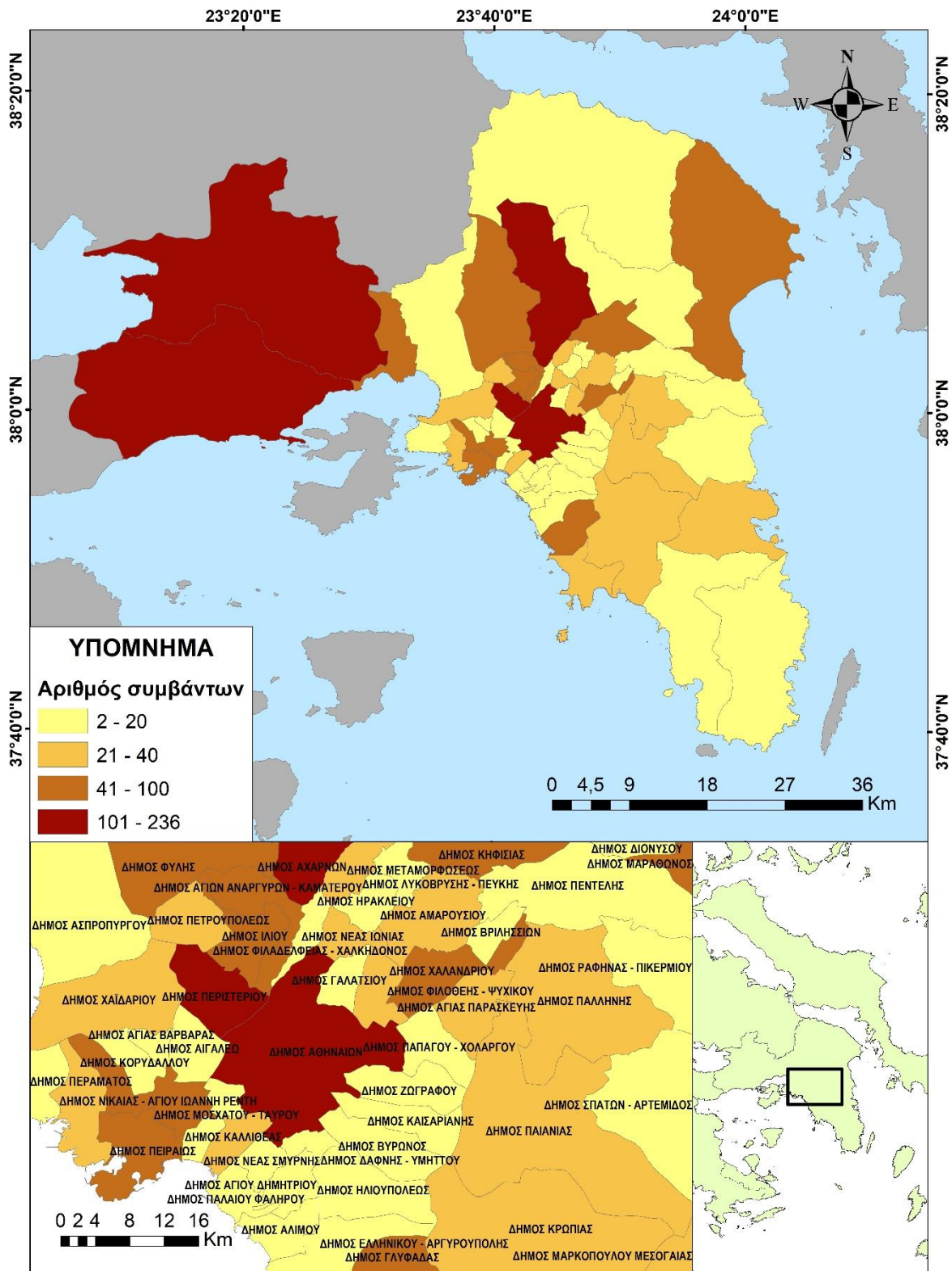
Σε επόμενο στάδιο, εξετάζεται για καθεμία από τις 4 εποχές ποιες γεωγραφικές περιοχές σε επίπεδο δήμου στην Αττική παρουσιάζουν επιβάρυνση από τα πλημμυρικά συμβάντα. Οι δήμοι της περιοχής μελέτης, ανάλογα με τον αριθμό των συμβάντων που καταγράφεται στην επικράτειά τους χωρίζονται σε 4 κατηγορίες. Πιο αναλυτικά, κατά τους μήνες της άνοιξης οι δήμοι που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη επιβάρυνση είναι οι δήμοι Πειραιώς, Αθηναίων, Αχαρνών και Μαραθώνα. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οι υψηλότεροι αριθμοί συμβάντων καταγράφονται στους δήμους Μάνδρας-Ειδυλλίας, στο δήμο Αθηναίων και στους δήμους Χαλανδρίου, Αγίας Παρασκευής, Αμαρουσίου, και Διονύσου. Τους μήνες του φθινοπώρου, αυξημένη επιβάρυνση από τα πλημμυρικά φαινόμενα παρατηρείται στους δήμους Μάνδρας-Ειδυλλίας και Μεγαρέων, στο δήμο Αθηναίων, στο δήμο Περιστερίου και στο δήμο Αχαρνών. Τέλος, του μήνες του χειμώνα σημειώνεται αυξημένο πρόβλημα πλημμυρών στο δήμο Πειραιώς, στο δήμο Αλίμου, στο δήμο Αθηναίων, στο δήμο Καλλιθέας, στους γειτονικούς δήμους Χαλανδρίου και Αγίας Παρασκευής, στο δήμο Μαρκόπουλου Μεσογαίας και στο δήμο Μαραθώνα. Τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες.



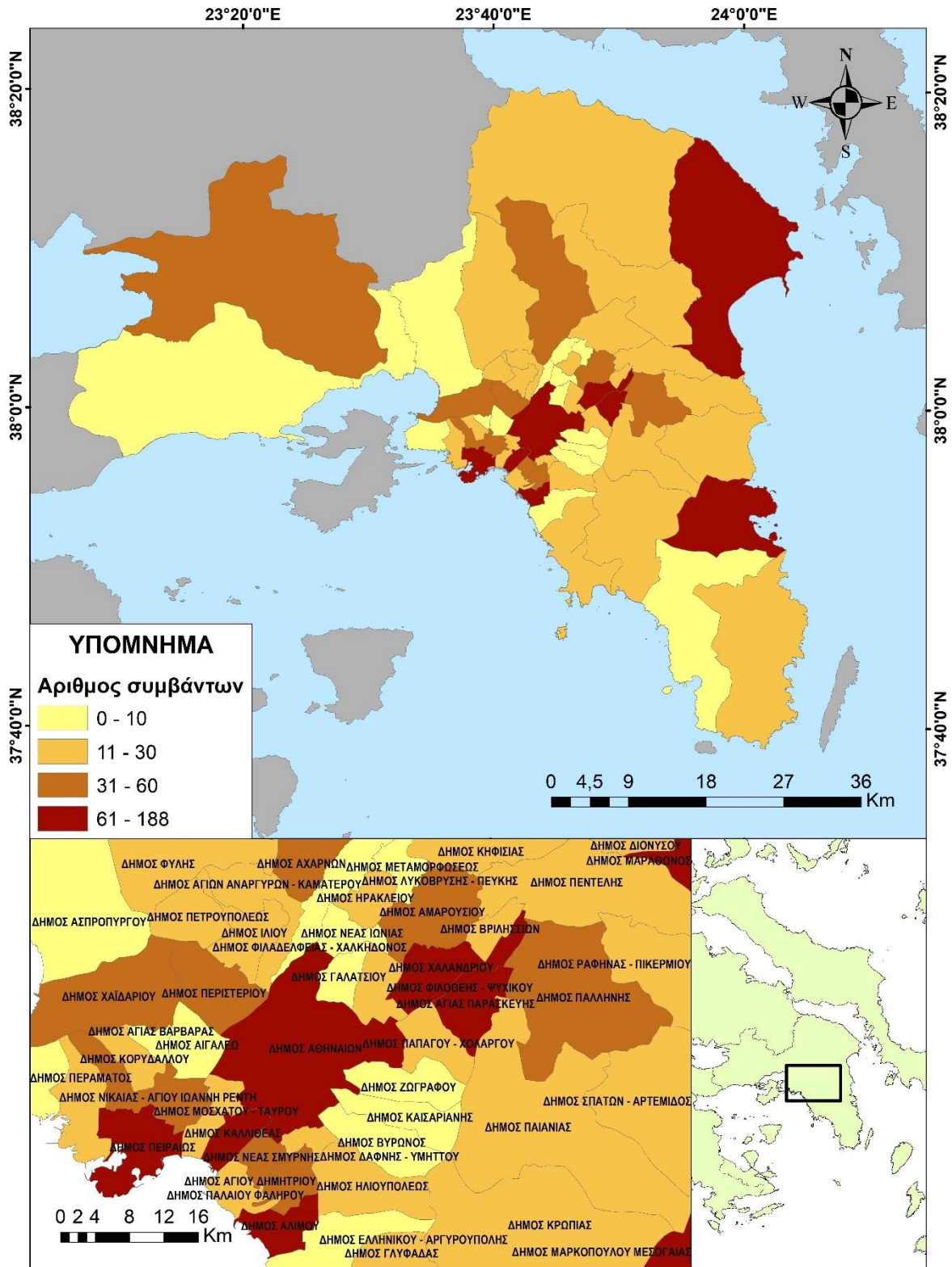
Χάρτης 3.11: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες της άνοιξης (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χαρτης 3.12: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του καλοκαιριού (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 3.13: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του φθινοπώρου (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 3.14: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης τους μήνες του χειμώνα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



## 4. Μελέτη μεγάλων πλημμυρικών επεισοδίων

---

### 4.1: Περιγραφή μεθοδολογίας – δεδομένα

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται η διερεύνηση και ανάλυση των μεγάλης κλίμακας πλημμυρικών γεγονότων που υπάρχουν στη βάση δεδομένων. Ο εντοπισμός των συγκεκριμένων γεγονότων πραγματοποιήθηκε με έμμεσο τρόπο, αφού στη βάση δεδομένων οι καταγραφές αφορούσαν μεμονωμένα συμβάντα σε κτήρια και υποδομές και υπήρχε έλλειψη ομαδοποίησης με βάση το συγκεκριμένο κριτήριο.

Σε πρώτο στάδιο, χρησιμοποιώντας δυνατότητες και εντολές του προγράμματος Microsoft Office Excel, διαχωρίστηκαν από τις συνολικές καταγραφές οι ημερομηνίες εκείνες κατά τις οποίες σημειώθηκε σημαντικός αριθμός πλημμυρικών συμβάντων. Λόγω πιθανής καθυστέρησης ή άλλων προβλημάτων στην καταγραφή των εν λόγω συμβάντων τα διαστήματα που μελετήθηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερα της μίας ημέρας, λαμβάνοντας υπόψη και το κατά πόσο τα συμβάντα σχετίζονταν μεταξύ τους χωρικά. Δημιουργήθηκε έτσι, μια νέα βάση πιθανών πλημμυρικών γεγονότων ευρύτερης κλίμακας, με το κάθε γεγονός να αποτελείται από ένα πλήθος πλημμυρικών συμβάντων τα οποία συνέβησαν στο ίδιο μικρό χρονικό διάστημα.

Ακολούθησε συστηματική αναζήτηση σε πλήθος πηγών όπως ο τύπος, ειδησεογραφικές ιστοσελίδες, αναφορές και εκθέσεις Υπηρεσιών Πολιτικής Προστασίας και άλλων οργανισμών και υπηρεσιών όπως η ΕΜΥ ή το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, προκειμένου να διαπιστωθεί σε ποιες από τις ημερομηνίες που συγκρότησαν τη νέα βάση που αναφέρθηκε παραπάνω υπάρχει καταγραφή ή αναφορά σε κάποιο μεγάλο πλημμυρικό γεγονός.

Με τη διαδικασία αυτή ορισμένα από τα πιθανά πλημμυρικά γεγονότα απορρίφθηκαν ενώ με όσα επιβεβαιώθηκε ότι πράγματι έλαβαν χώρα σχηματίστηκε η τελική βάση πλημμυρικών γεγονότων. Η βάση αυτή αποτελείται από 16 καταγεγραμμένα πλημμυρικά γεγονότα, με τις ημερομηνίες που εκδηλώθηκαν και τα συμβάντα με τα οποία συνδέονται από τον αρχικό κατάλογο δεδομένων.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής διερεύνηση πάνω στα βροχομετρικά δεδομένα που υπάρχουν καταγεγραμμένα για τις ημερομηνίες που εκδηλώθηκαν τα πλημμυρικά συμβάντα. Κατά τη συλλογή πληροφοριών παρατηρήθηκε ότι η καταγραφή δεν πραγματοποιείται με κάποιον ενιαίο και σταθερό κανόνα, ότι υπήρχαν διαστήματα για τα οποία υπήρχε έλλειψη δεδομένων και έπρεπε να συμπληρωθούν από άλλη πηγή ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις τα ύψη βροχής που ήταν καταγεγραμμένα έμοιαζαν να μην ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Μάλιστα, στα πρώτα έτη του διαστήματος που μελετάται τα προβλήματα αυτά ήταν εντονότερα. Συνεπώς, η συλλογή των βροχομετρικών δεδομένων ήταν μια διαδικασία η οποία είχε δυσκολίες, αποδείχθηκε ιδιαίτερα σύνθετη και για να συγκεντρωθεί σημαντικός όγκος πληροφορίας χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν πολλές πηγές και να γίνει προσεκτικός έλεγχος και επαλήθευση όπου αυτό ήταν εφικτό.

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 18 βροχομετρικοί σταθμοί από 4 φορείς: την ΕΜΥ, το ΥΠΕΚΑ (Υδροσκόπιο), το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και ο βροχομετρικός σταθμός της Ιτιάς του

ΕΜΠ. Τα δεδομένα της ΕΜΥ, του Υδροσκοπίου και της Ιτιάς στάλθηκαν από την Άνυ Ηλιοπούλου, υποψήφια διδάκτορα του ΕΜΠ, ενώ τα δεδομένα του Αστεροσκοπείου αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του meteo (<http://meteosearch.meteo.gr/>).

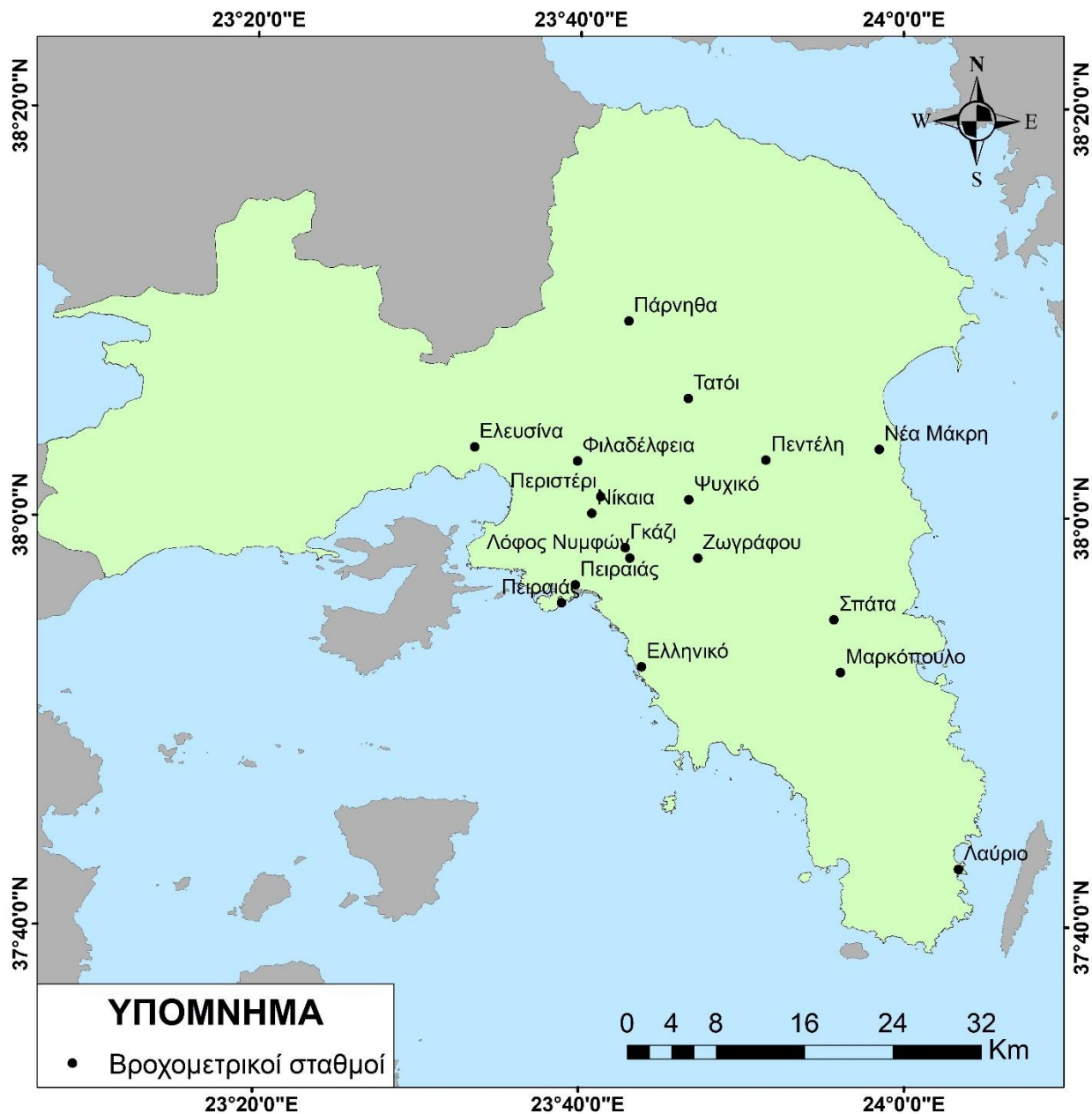
Λόγω των προβλημάτων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο αλλά και λόγω του ότι οι σταθμοί δεν ξεκίνησαν να συλλέγουν βροχομετρικά δεδομένα από την ίδια χρονικά αφετηρία, ενώ άλλοι σε κάποιο σημείο έπαψαν να λειτουργούν, χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση όσοι από τους 18 σταθμούς έχουν διαθέσιμα βροχομετρικά δεδομένα.

Οι μετρήσεις της ΕΜΥ προήλθαν από βροχογράφους όμως χρησιμοποιήθηκαν και μετρήσεις από βροχόμετρα για επαλήθευση στις καταγραφές των βροχογράφων αλλά και για να συμπληρωθούν κάποια κενά καταγραφών. Επίσης 2 σταθμοί της, αυτοί της Φιλαδέλφειας και του Πειραιά, σταμάτησαν να καταγράφουν δεδομένα το 2010, έτσι χρησιμοποιήθηκαν μόλις σε 3 πλημμυρικά γεγονότα.

Όσον αφορά το Υδροσκόπιο, χρησιμοποιήθηκαν τελικά μόνο 3 από τους 5 σταθμούς που ήταν διαθέσιμοι, καθώς απορρίφθηκαν 2 σταθμοί οι οποίοι παρουσίαζαν τιμές βροχής που ήταν μη ρεαλιστικές. Οι σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν και οι θέσεις τους παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι στον πίνακα και το χάρτη που ακολουθούν.

Σταθμός	Υπηρεσία	X	Y
Ελευσίνα	ΕΜΥ	38.06	23.56
Ελληνικό	ΕΜΥ	37.88132394	23.73252527
Φιλαδέλφεια	ΕΜΥ	38.04893878	23.6660889
Πειραιάς	ΕΜΥ	37.9333	23.65
Σπάτα	ΕΜΥ	37.92	23.93
Τατόι	ΕΜΥ	38.1	23.78
Νίκαια	ΥΠΕΚΑ(Υδροσκόπιο)	38.00631365	23.68098205
Πειραιάς	ΥΠΕΚΑ(Υδροσκόπιο)	37.94808283	23.66429454
Περιστέρι	ΥΠΕΚΑ(Υδροσκόπιο)	38.02	23.69
Λόφος Νυμφών	ΕΑΑ	37.97	23.72
Πεντέλη	ΕΑΑ	38.05	23.86
Νέα Μάκρη	ΕΑΑ	38.05887	23.97674
Πάρνηθα	ΕΑΑ	38.16298	23.71847
Γκάζι	ΕΑΑ	37.97841	23.71545
Μαρκόπουλο	ΕΑΑ	37.877	23.937
Λαύριο	ΕΑΑ	37.7166	24.058
Ψυχικό	ΕΑΑ	38.0176	23.7806
Ζωγράφου	ΕΜΠ-ΙΤΙΑ	37.97	23.79

Πίνακας 4.1: Σταθμοί από τους οποίους αντλήθηκαν τα βροχομετρικά δεδομένα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.1: Σταθμοί από τους οποίους αντλήθηκαν τα βροχομετρικά δεδομένα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

#### 4.2: Παρουσίαση πλημμυρικών γεγονότων

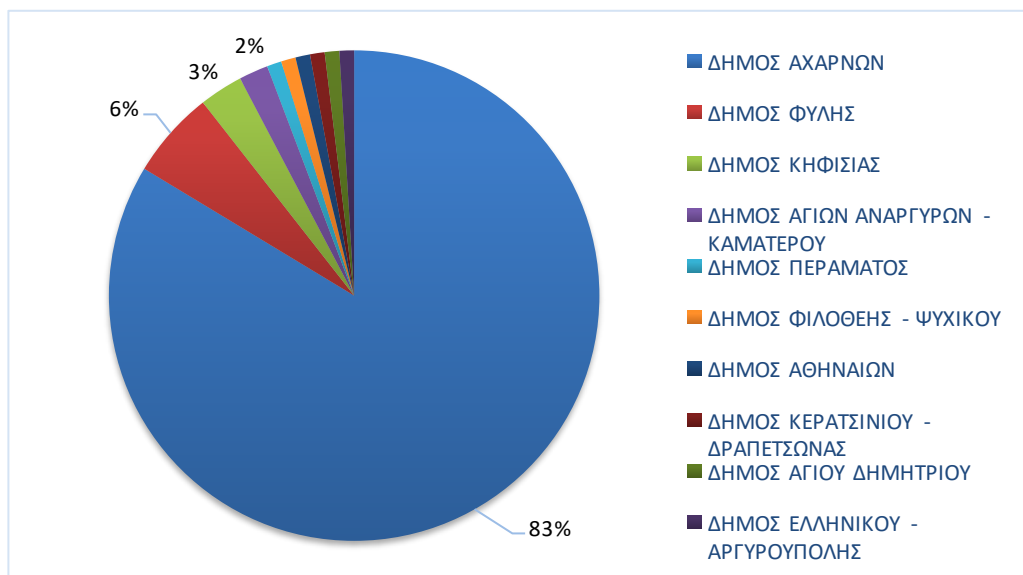
Στην ενότητα αυτή, εξετάζονται ένα προς ένα τα πλημμυρικά γεγονότα από τον κατάλογο που συγκροτήθηκε, οι περιοχές που επλήγησαν περισσότερο, ενώ σε περιβάλλον GIS γίνεται η αποτύπωση των συμβάντων που σχετίζονται με αυτά και η κατανομή της βροχής στην περιοχή μελέτης. Για την ανάλυση της χωρικής κατανομής της βροχής στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε η εντολή IDW η οποία εφαρμόζει τη μέθοδο των αντίστροφων αποστάσεων, σύμφωνα με την οποία για να υπολογιστεί το ύψος βροχόπτωσης σε οποιοδήποτε σημείο

χρησιμοποιούνται οι τιμές που έχουν καταγραφεί στους βροχομετρικούς σταθμούς, δίνοντας μεγαλύτερο ή μικρότερο βάρος σε κάθε σταθμό ανάλογα με το πόσο κοντά ή μακριά βρίσκεται στο εν λόγω σημείο.

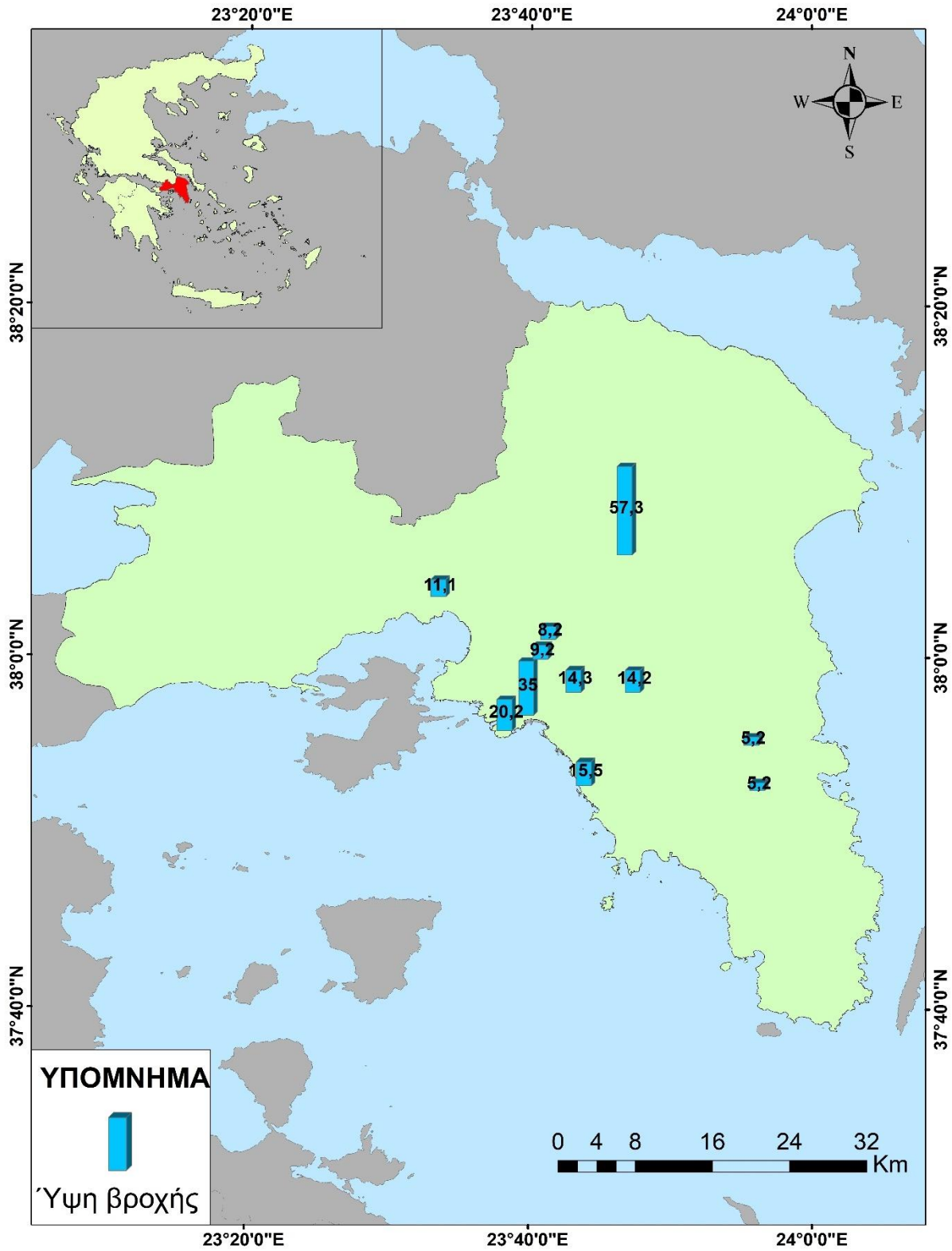
#### 4.2.1: 24/5/2007 – Αχαρνές, Φυλή

Το πλημμυρικό γεγονός της 24ης Μαΐου του 2007 έπληξε κατά κύριο λόγο την περιοχή του Μενιδίου, στο δήμο Αχαρνών, το Ζεφύρι στο δήμο Φυλής και την περιοχή κάτω από τους πρόποδες της Πάρνηθας στους Θρακομακεδόνες. Πλημμύρισαν κατοικίες, δρόμοι και υπήρξε διακοπή της κυκλοφορίας. Κύριοι λόγοι που οδήγησαν σε τόσο εκτεταμένες καταστροφές στο Ζεφύρι ήταν το ρέμα της Εσχατιάς το οποίο δεν είχε καθαριστεί για 2 χρόνια, η αυθαίρετη δόμηση και η απουσία αγωγών ομβρίων, με αποτέλεσμα οι δρόμοι να οδηγούν τα νερά μέσα στα σπίτια. Τέλος, ο μη συστηματικός χαρακτήρας των αντιπλημμυρικών έργων στην περιοχή μειώνει την αποτελεσματικότητά τους δημιουργώντας προβλήματα σε άλλα σημεία.

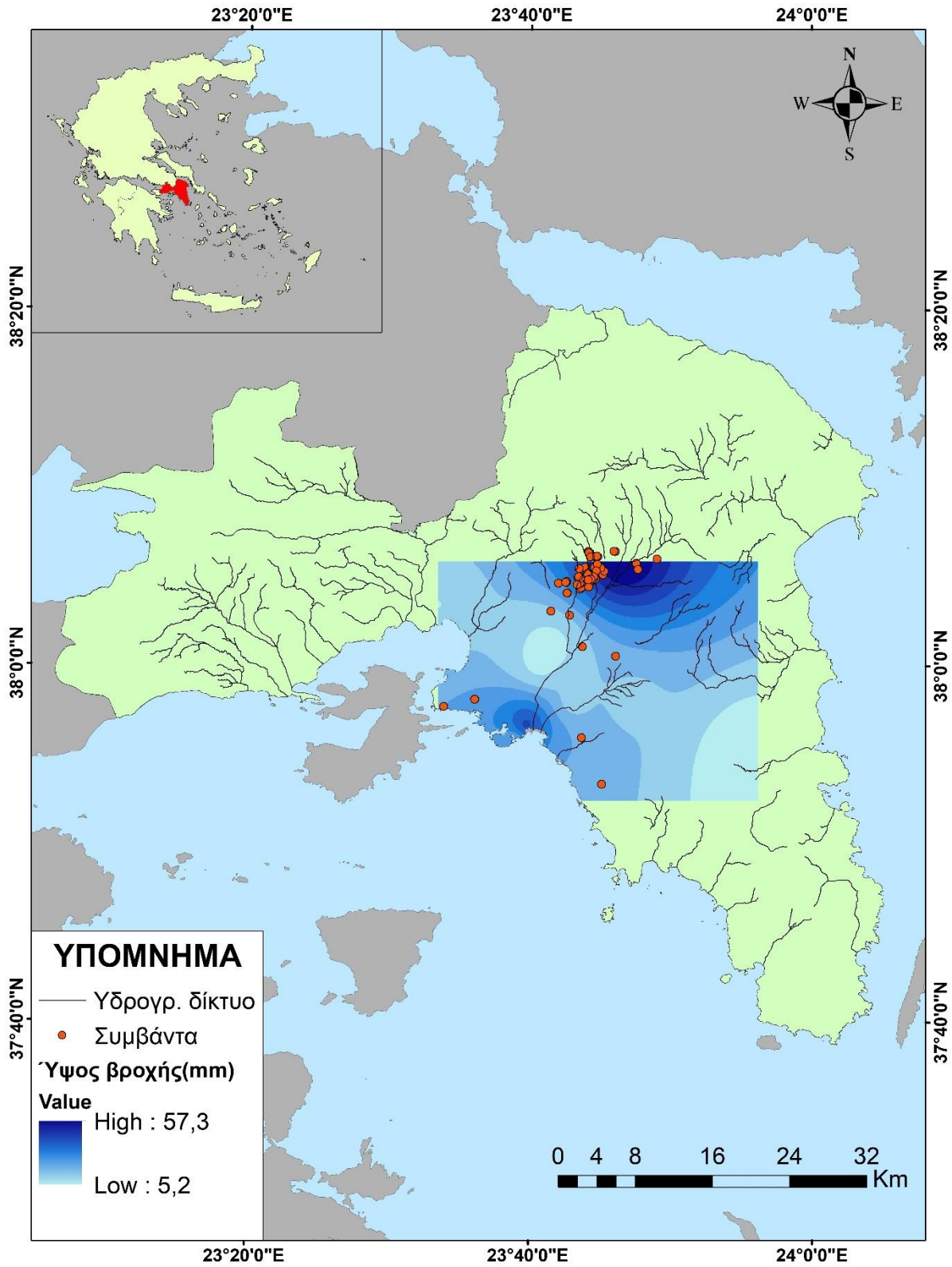
Όσον αφορά στη βροχή, από τους σταθμούς που είχαν διαθέσιμα δεδομένα για τη συγκεκριμένη ημερομηνία ο κοντινότερος είναι αυτός του Τατοΐου, ο οποίος κατέγραψε 57,3 mm βροχής κατά τη διάρκεια όλης της μέρας, σημαντικά μεγαλύτερο νούμερο σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς στην Αττική. Η κατανομή των συμβάντων και της βροχής στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχήμα 4.1: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 24/5/2007 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.2: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 24/5/2007 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

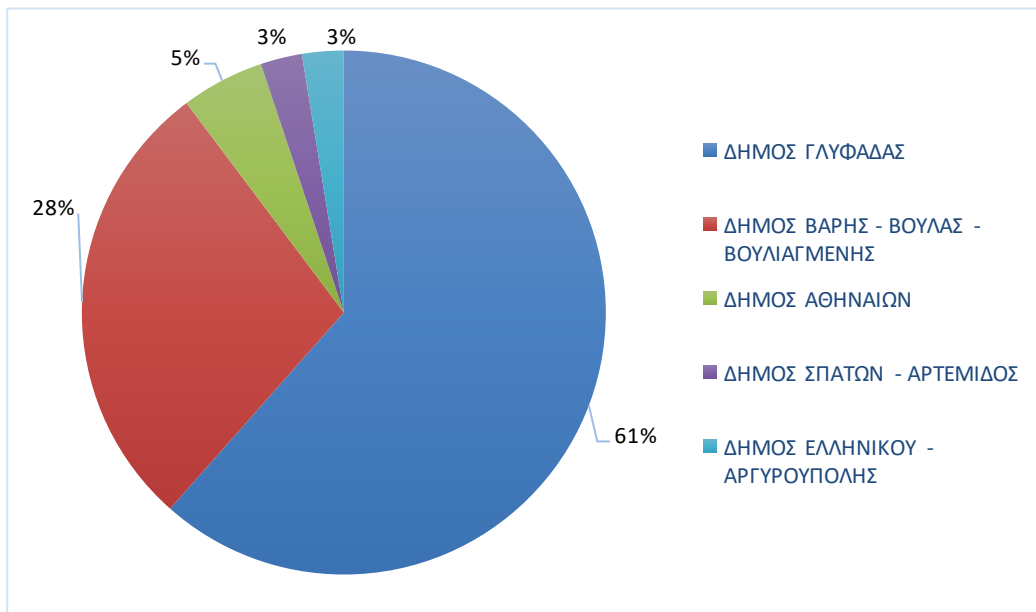


Χάρτης 4.3: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 24/5/2007 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

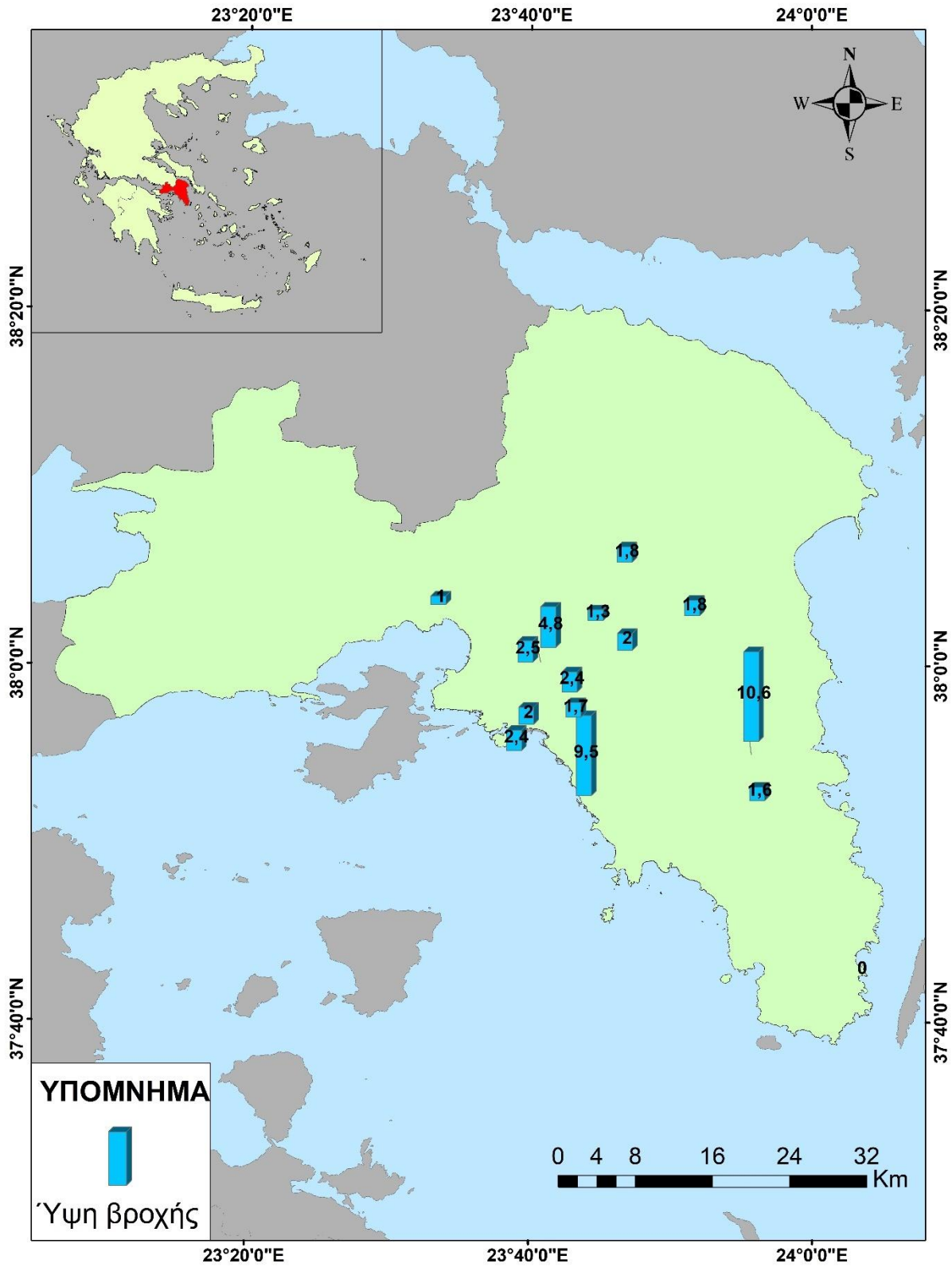
#### 4.2.2: 3/10/2009 – Γλυφάδα, Βάρη, Βούλα, Βουλιαγμένη

Στις 3/10/2009 έλαβε χώρα πλημμυρικό γεγονός που έπληξε κυρίως τις περιοχές των νοτίων προαστίων της Αθήνας και ειδικότερα τις περιοχές της Γλυφάδας, της Βάρης, της Βούλας και της Βουλιαγμένης. Καταστράφηκαν σπίτια, οχήματα, γκαράζ, με την ορμή του νερού να προκαλεί καταστροφές και σε τμήματα δρόμων. Το μεγαλύτερο πλήγμα φαίνεται να δέχθηκε η περιοχή Πατητήρι στην Άνω Γλυφάδα, στους πρόποδες του Υμηττού, με το τμήμα της λεωφόρου Βουλιαγμένης κοντά στην περιοχή να μετατρέπεται σε ποτάμι (www.alphatv.gr, 2009). Άλλος ένας δρόμος που αντιμετώπισε σφοδρό πρόβλημα ήταν η λεωφόρος Καραμανλή στη Βούλα. Η Πυροσβεστική πραγματοποίησε, μεταξύ άλλων, 7 απεγκλωβισμούς από οχήματα, ενώ μεγάλο πρόβλημα δημιουργήθηκε και από τη λασποροή που προκλήθηκε λόγω της μεγάλης νεροποντής.

Σχετικά με τα βροχομετρικά στοιχεία που υπάρχουν καταγεγραμμένα για τη συγκεκριμένη ημερομηνία, ο κοντινότερος σταθμός με διαθέσιμα στοιχεία είναι αυτός της ΕΜΥ στο Ελληνικό. Ο συγκεκριμένος σταθμός κατέγραψε 9,5 mm βροχής. Σημαντικά επίπεδα βροχόπτωσης καταγράφονται την ίδια ημερομηνία και στο σταθμό στα Σπάτα, με 10,6 mm. Η κατανομή των συμβάντων σε δήμους, τα καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους σταθμούς καθώς και η χωρική κατανομή της βροχής στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται στους χάρτες και στο διάγραμμα που ακολουθούν.

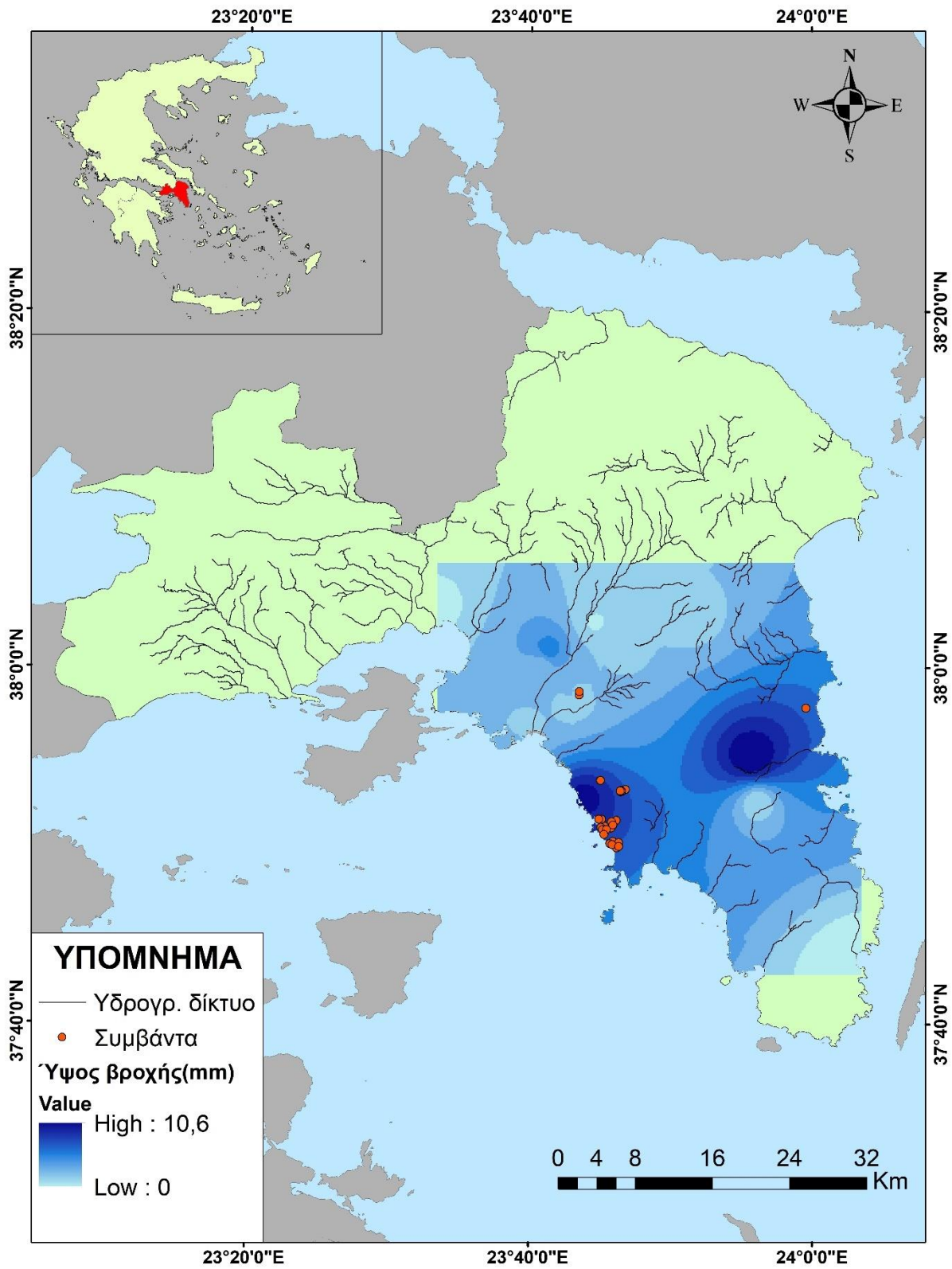


Σχήμα 4.2: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 3/10/2009 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.4: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 3/10/2009 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)





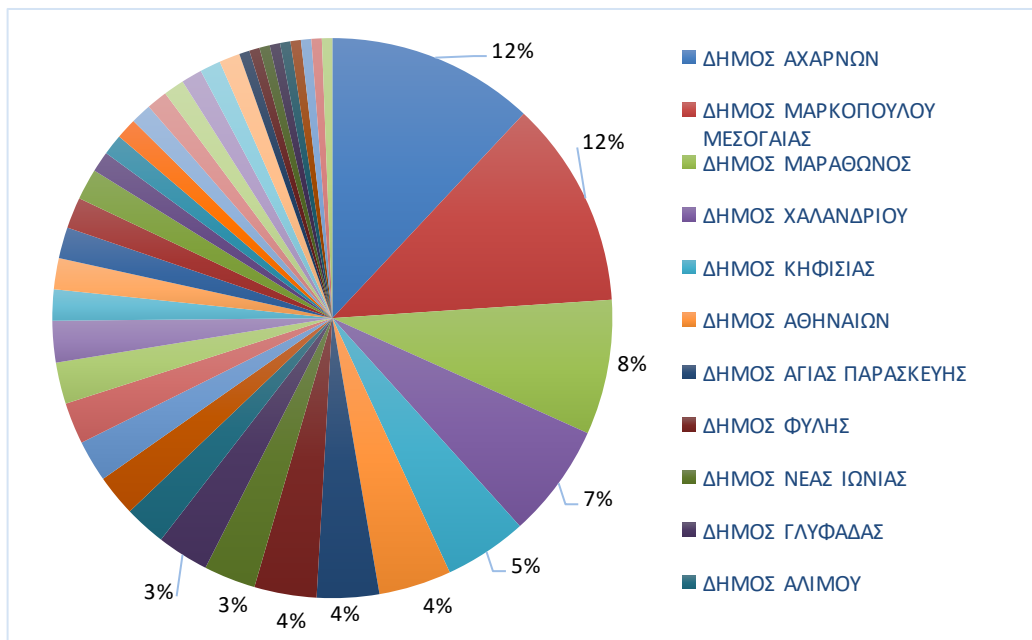
Χάρτης 4.5: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 3/10/2009 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.3: 3/2/2011 – Λεκανοπέδιο Αθηνών, Μαρκόπουλο, Μαραθώνας

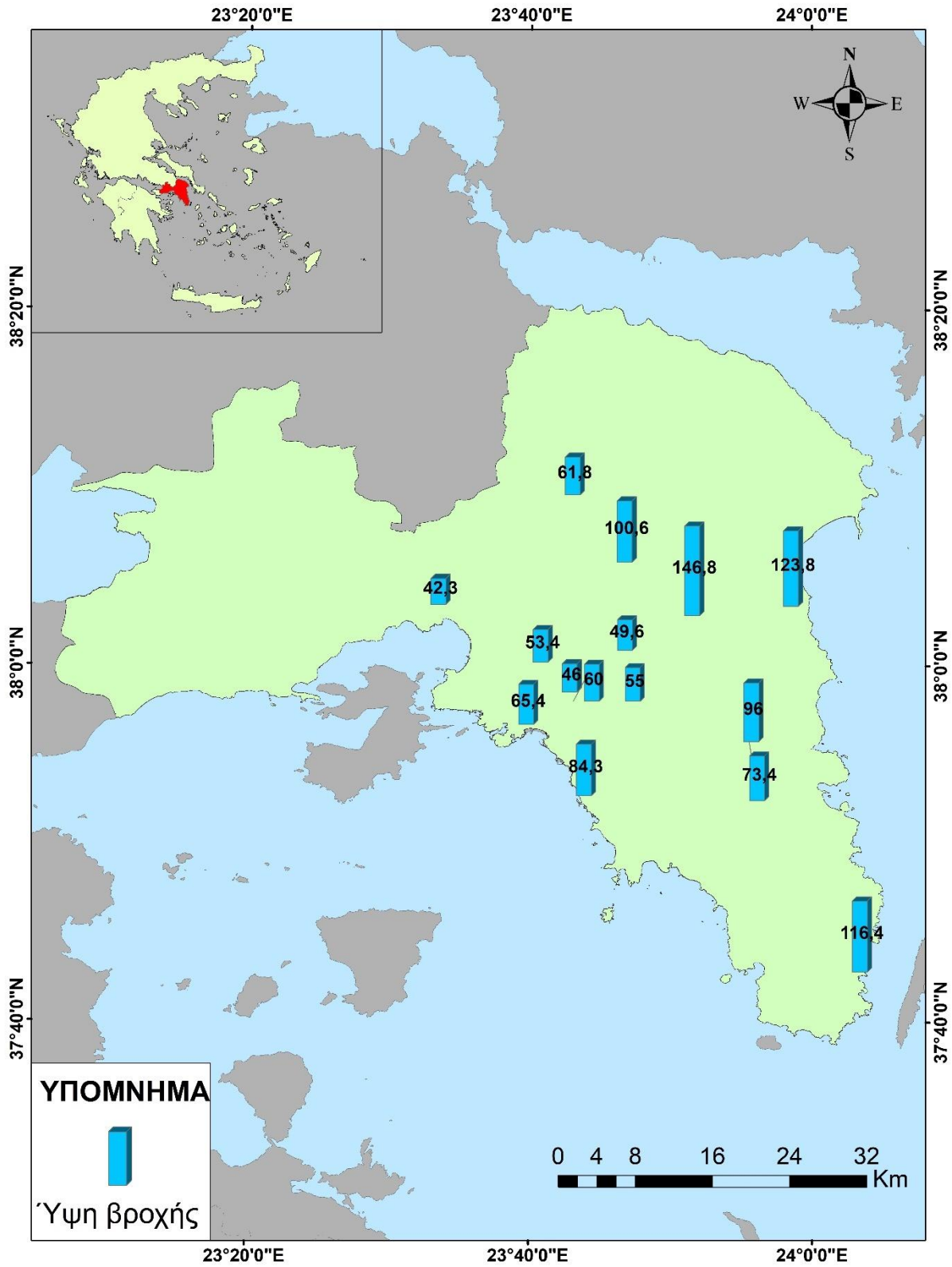
Στις 3 Φεβρουαρίου του 2011 σημειώθηκαν στο μεγαλύτερο μέρος της Αττικής σφοδρές καταιγίδες που προκάλεσαν εκτεταμένες καταστροφές σε πολλά σημεία της. Το πιο έντονο πρόβλημα αντιμετώπισαν οι περιοχές του λεκανοπεδίου και της ανατολικής Αττικής. Πιο αναλυτικά, διεκόπη η κυκλοφορία στην οδό Ζέπου στη Γλυφάδα, στην οδό Κανάρη στο Καλαμάκι, στην λεωφόρο Ποσειδώνος, στη λεωφόρο Πάρνηθας στις Αχαρνές και στην οδό Αγίου Χριστοφόρου στα Σπάτα. Κυκλοφοριακό πρόβλημα παρατηρήθηκε και σε άλλες περιοχές, όπως το Γαλάτσι, ο Καρέας και η Ηλιούπολη όπου φωτεινοί σηματοδότες έπαψαν να λειτουργούν λόγω της έντονης βροχής. Τέλος, σε ορισμένα σημεία σημειώθηκαν πτώσεις δέντρων και αδυναμία των φρεατίων να παροχετεύσουν τα όμβρια ύδατα ([www.madata.gr](http://www.madata.gr), 2011).

Σε ό, τι σχετίζεται με τα βροχομετρικά δεδομένα, σημαντικά επίπεδα βροχόπτωσης καταγράφηκαν σε όλους τους σταθμούς σε λειτουργία, με τις υψηλότερες τιμές να καταγράφονται στους σταθμούς της Πεντέλης, της Νέας Μάκρης και του Λαυρίου με 146,8, 123,8 και 116,4 mm αντίστοιχα.

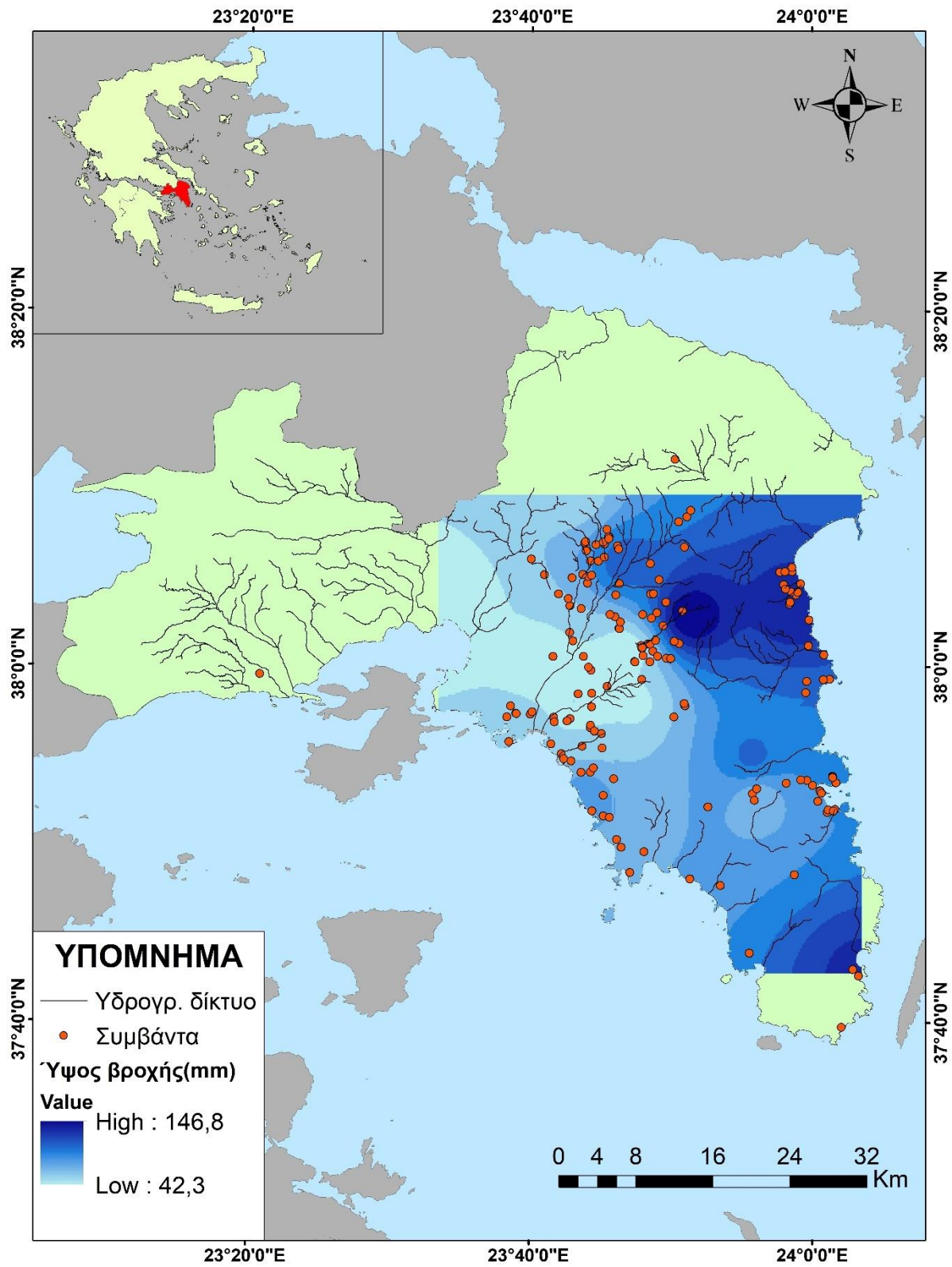
Από την κατανομή των συμβάντων της βάσης προκύπτει ότι οι δήμοι που επλήγησαν περισσότερο ήταν ο δήμος Αχαρνών και ο δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας, στην περιοχή του Πόρτο Ράφτη, με τον κάθε δήμο να σημειώνει 12% των συνολικών συμβάντων, ενώ ακολουθούν ο δήμος Μαραθώνος, ο δήμος Χαλανδρίου και Κηφισιάς με 8%, 7% και 5% αντίστοιχα. Οι κατανομές αυτές, τα καταγεγραμμένα επίπεδα βροχόπτωσης καθώς και η χωρική κατανομή της βροχής παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχήμα 4.3: : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 3/2/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.6: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 3/2/2011 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



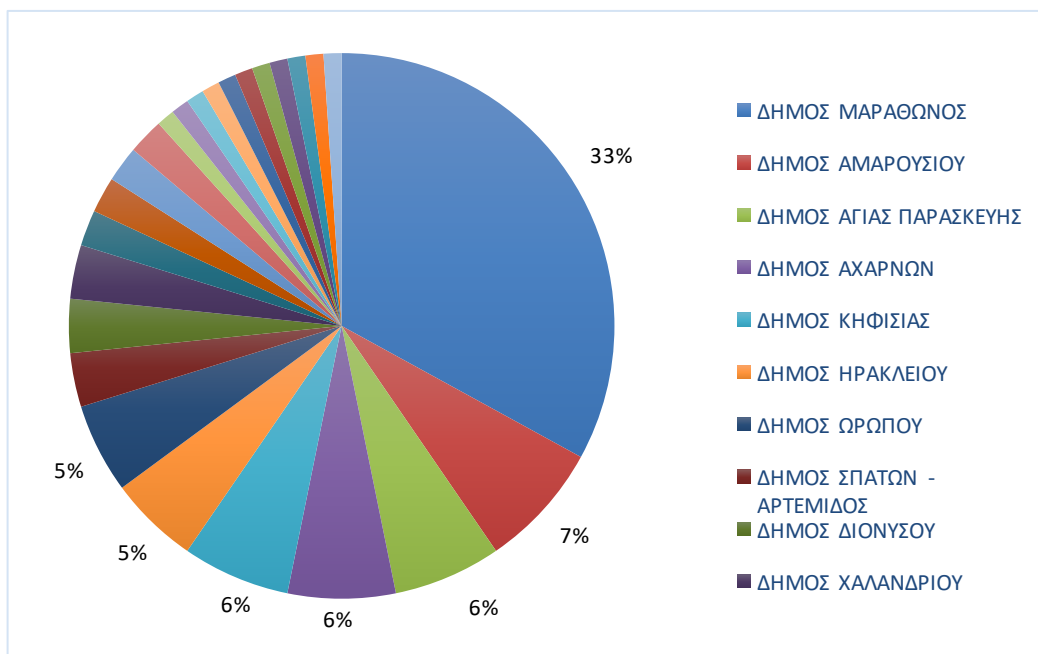
Χάρτης 4.7: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 3/2/2011  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

#### 4.2.4: 30-31/12/2012 – Βόρεια προάστια Αθήνας, Μαραθώνας

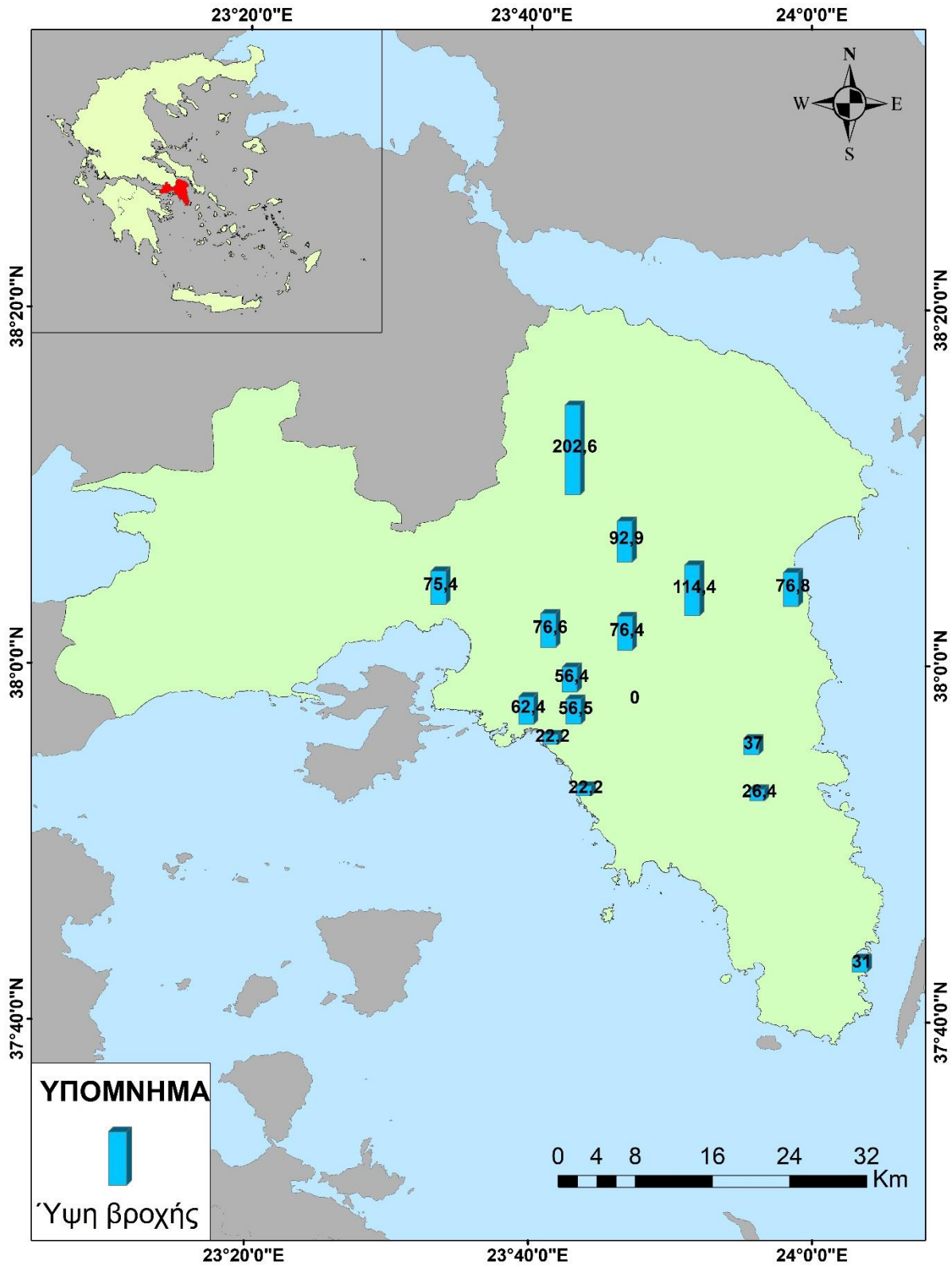
Το πλημμυρικό γεγονός που σημειώθηκε τις δύο τελευταίες ημέρες του Δεκεμβρίου του 2012 προκάλεσε σημαντικά προβλήματα και καταστροφές στο βόρειο και στο ανατολικό κομμάτι της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, μεγάλα προβλήματα από τη νεροποντή σημειώθηκαν στο βόρειο κομμάτι του λεκανοπεδίου Αθηνών σε περιοχές όπως το Μαρούσι, ο Διόνυσος, η Κηφισιά και ο Άγιος Στέφανος. Σημαντικές συνέπειες εξ αιτίας της κακοκαιρίας αντιμετώπισε επίσης η Νέα Μάκρη, όπου πλημμύρισε πλήθος κατοικιών και καταστημάτων. Τέλος, σημαντικό πρόβλημα κυκλοφορίας προκλήθηκε σε κεντρικές οδικές αρτηρίες όπως η λεωφόρος Μαραθώνος στη Νέα Μάκρη, στη λεωφόρο Σταμάτας και στη λεωφόρο Μαρκοπούλου στο ύψος των Αγίων Αποστόλων στον Ωρωπό. ([www.naftemporiki.gr](http://www.naftemporiki.gr), 2012)

Κατανέμοντας τα συμβάντα της βάσης δεδομένων στους δήμους της περιοχής μελέτης, ο περισσότερο πληττόμενος δήμος είναι αυτός του Μαραθώνα όπου συγκεντρώνεται το 33% των περιστατικών. Σημαντικά ποσοστά επί του συνόλου των συμβάντων σημειώνονται και στους δήμους Αμαρουσίου (7%), Αγίας Παρασκευής(6%) και Κηφισιάς(6%), γύρω από τα ρέματα (πχ Βαθύ) και τους παραπόταμους του Κηφισού που ρέουν στη δυτική πλευρά της Πεντέλης.

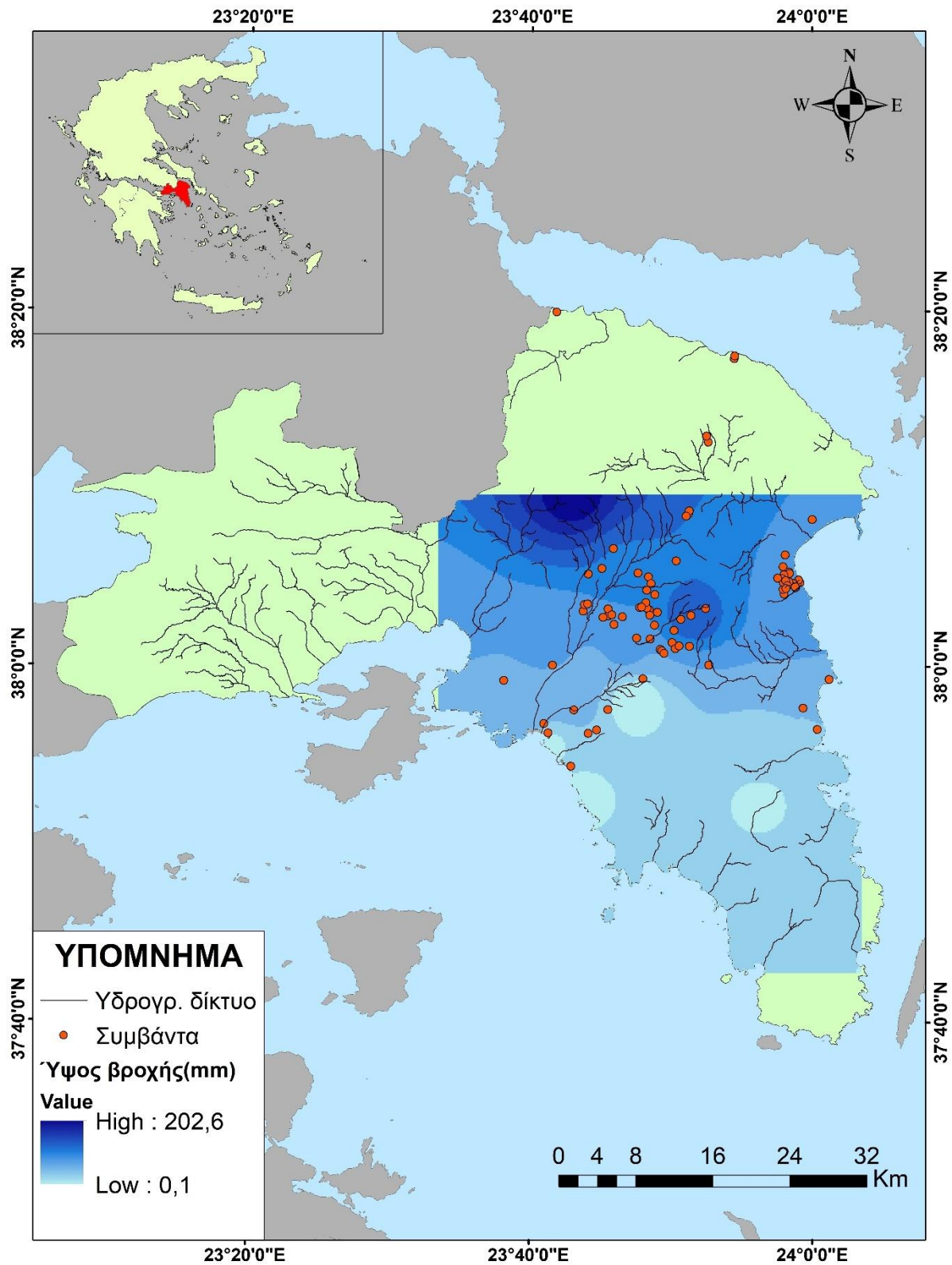
Τα υψηλότερα επίπεδα βροχής παρουσιάζονται στο σταθμό της Πάρνηθας με 202,6 mm βροχής. Έντονη βροχόπτωση παρατηρείται επίσης στους σταθμούς της Πεντέλης όπου σημειώνονται 114,4 mm βροχής και στο σταθμό του Τατοΐου όπου σημειώνονται 92,9 mm βροχής. Στο σταθμό της Νέας Μάκρης το ύψος βροχής ανήλθε στα 76,8 mm.



Σχήμα 4.4: : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 30-31/12/2011 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.8: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 30-31/12/2012 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.9: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 30-31/12/2012 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.5: 22/2/2013 – Λεκανοπέδιο Αθηνών, Μαραθώνα

Στις 22 Φεβρουαρίου του 2013 σημειώθηκε ένα από τα πιο καταστροφικά πλημμυρικά γεγονότα στην περιοχή της Αττικής τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Η πρωτοφανούς σφοδρότητας βροχόπτωση προκάλεσε πολύ μεγάλης κλίμακας προβλήματα και καταστροφές σε πολλά σημεία του λεκανοπεδίου Αθηνών και τον προαστίων. Δρόμοι, κατοικίες, υπόγεια, αποθήκες και καταστήματα πλημμύρισαν, προκλήθηκαν βλάβες σε φωτεινούς σηματοδότες.

Πολύ σοβαρά προβλήματα υπήρξαν στην κίνηση των οχημάτων καθώς σημειώθηκε συσσώρευση υδάτων σε πολλά σημεία του οδικού δικτύου, όπως και ακινητοποιημένα οχήματα σε κεντρικούς δρόμους. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της σφοδρής βροχόπτωσης διεκόπη η κυκλοφορία σε κεντρικές οδικές αρτηρίες της Αθήνας: στην οδό Πειραιώς από την Πέτρου Ράλλη ως τη Χαμοστέρνας, στη λεωφόρο Συγγρού, στη λεωφόρο Βουλιαγμένης στο ύψος της Γλυφάδας, στη λεωφόρος Δημοκρατίας στο Κερατσίνι. Πλημμύρισε επίσης η λεωφόρος Αλίμου, ενώ οξυμένο πρόβλημα στην κυκλοφορία των οχημάτων με ουρές χιλιομέτρων εμφανίστηκαν στον Ασπρόπυργο, στη λεωφόρο Πεντέλης, στη λεωφόρο Αθηνών, στην Ιερά Οδό στη λεωφόρο Ποσειδώνος, στο Χαϊδάρι, στην Κηφισίας και στην εθνική οδό Αθηνών-Κορίνθου. Τέλος, δεκάδες οχήματα ακινητοποιήθηκαν λόγω της πλημμύρας έξω από το Αττικό νοσοκομείο.

Επιχείρηση στήθηκε από τα συνεργεία της Πυροσβεστικής προκειμένου να παρασχεθεί βοήθεια σε έγκυο γυναίκα στην περιοχή του Χολαργού. Επιχείρηση στήθηκε από κλιμάκιο της ΕΜΑΚ, προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν εγκλωβισμένοι, σε εγκαταλελειμμένο σπίτι στον Άγιο Παντελεήμονα Αχαρνών το οποίο κατέρρευσε από τη βροχή. Απαραίτητη ακόμα κρίθηκε η παρέμβαση των σωστικών συνεργείων για να απεγκλωβιστούν 7 άτομα από τα οχήματά τους που είχαν ακινητοποιηθεί στη λεωφόρο Σταμάτας. Απεγκλωβισμοί πραγματοποιήθηκαν επίσης στα Καμίνια, στο Μαραθώνα, στη λεωφόρο Σχιστού, στην Ιερά Οδό, και στην Πειραιώς. Ωστόσο, η πιο τραγική συνέπεια του συγκεκριμένου πλημμυρικού γεγονότος σημειώθηκε στη λεωφόρο Αμαρουσίου - Χαλανδρίου όπου μία 28χρονη γυναίκα έχασε τη ζωή της όταν το αυτοκίνητο που οδηγούσε ακινητοποιήθηκε από τα νερά μαζί με άλλα οχήματα.

Διακοπές της ηλεκτροδότησης σημειώθηκαν σε πολλές περιοχές του Λεκανοπεδίου, κυρίως στα βόρεια και νότια προάστια. Πιο αναλυτικά, όπως αναφέρει η υπηρεσία της ΔΕΗ, 6 γραμμές μέσης τάσης επηρεάστηκαν από την έντονη βροχόπτωση, με αποτέλεσμα οι περιοχές που ηλεκτροδοτούνται από αυτές να μείνουν έως και δύο ώρες χωρίς ρεύμα. Πρόκειται για τις γραμμές στο Κουκάκι, στο Νέο Κόσμο, στην Καλλιθέα - Ταύρο, στη Φιλοθέη, στην Αγία Παρασκευή και στο Νομισματοκοπείο, στο Χολαργό και σε Θρακομακεδόνες - Μενίδι. Πολλοί υπόγειοι υποσταθμοί της ΔΕΗ πλημμύρισαν και χρειάστηκε η συνδρομή της Πυροσβεστικής για την αποκατάσταση των προβλημάτων. (Έθνος, 2013)

Σημαντικό πρόβλημα από τη σφοδρή βροχόπτωση αντιμετώπισαν και οι συγκοινωνίες-μεταφορές. Όσον αφορά στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς στην Αθήνα, λόγω της νεροποντής το τραμ βγήκε εκτός λειτουργίας σε όλο το μήκος του αλλά ακόμα αλλά ακόμα και όταν αποκαταστάθηκε εν μέρει η κίνηση, κάποια τμήματά του εξακολουθούσαν να αντιμετωπίζουν πρόβλημα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Το μετρό, αν και λειτούργησε κανονικά, δεν πραγματοποιούσε στάσεις στο σταθμό «Μέγαρο Μουσικής» διότι είχε πλημμυρίσει από τα νερά της βροχής. Πλημμύρες σημειώθηκαν και σε σταθμούς του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, και

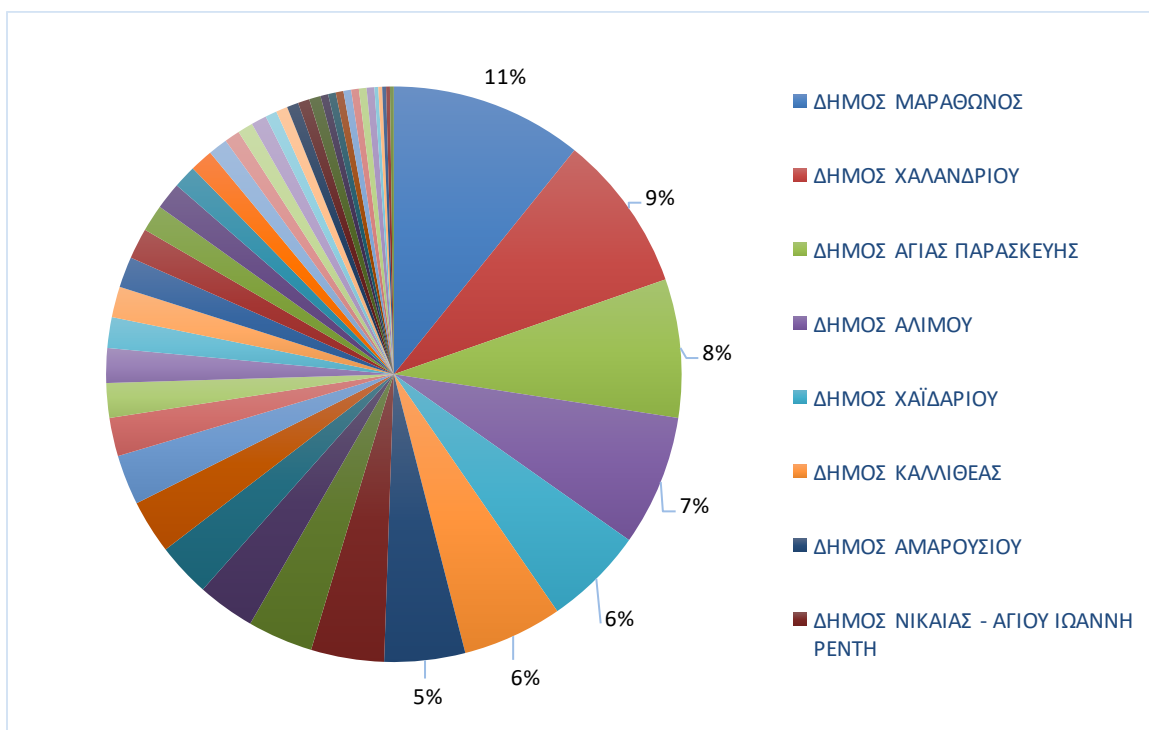


συγκεκριμένα στους σταθμούς «Μοναστηράκι» και «Θησείο», ενώ έκλεισε το τμήμα Ομόνοια-Ταύρος λόγω πτώσης δέντρου. Διακοπή υπήρξε και στις θαλάσσιες μεταφορές με τα δρομολόγια από Πειραιά για Αίγινα-Αγκίστρι-Πόρο και Ύδρα-Ερμιόνη-Σπέτσες να μην εκτελούνται, σύμφωνα με το Λιμενικό Σώμα. Αναφορικά με τις αερομεταφορές, πολλές πτήσεις σημείωσαν καθυστερήσεις στην αναχώρηση ενώ για κάποιες ώρες εξ αιτίας των κεραυνών διεκόπη ο ανεφοδιασμός των αεροσκαφών (Τα Νέα, 2013).

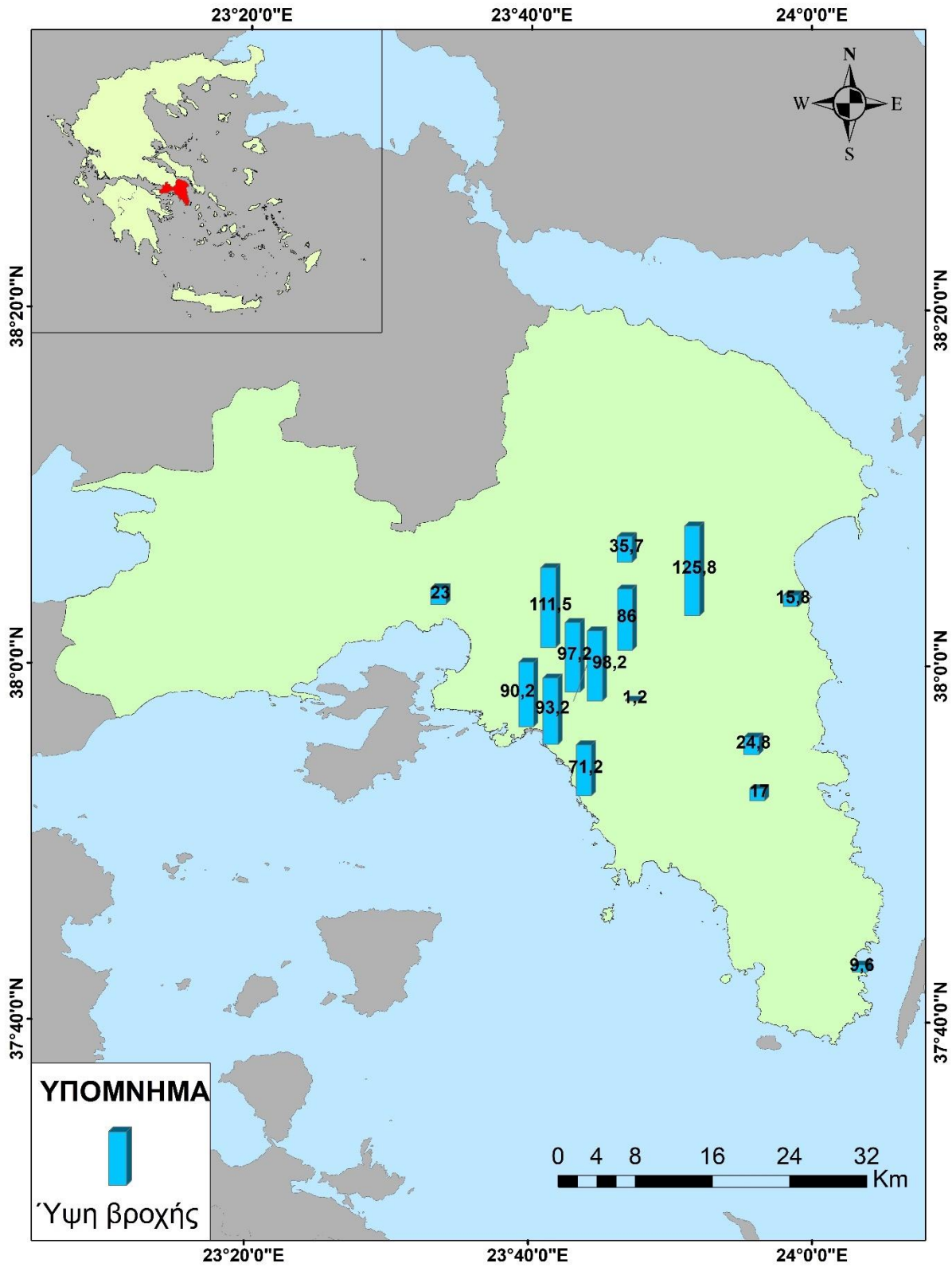
Τέλος, προβλήματα εντοπίστηκαν και στη λειτουργία σχολείων σε ορισμένες περιοχές. Μεγάλη δυσκολία πρόσβασης υπήρξε στα σχολεία στον Ασπρόπυργο, το Περιστέρι και τον Μαραθώνα. Αρκετά σχολεία επίσης αντιμετώπισαν πλημμυρικά συμβάντα εξ αιτίας της έντονης βροχόπτωσης, στην Πλάκα, στον Κολωνό, στα Άνω Πατήσια ενώ πλημμύρισαν σε ορισμένες περιπτώσεις και κοντέινερ που χρησιμοποιούνταν ως σχολικές αίθουσες με αποτέλεσμα το μάθημα να ματαιωθεί.

Από τα συμβάντα της βάσης που συνδέονται με τις συγκεκριμένες πλημμύρες, οι περισσότερο επιβαρυμένοι δήμοι είναι αυτός του Μαραθώνα που συγκεντρώνει 11% των συμβάντων ενώ ακολουθούν οι δήμοι Χαλανδρίου, Αγίας Παρασκευής, Αλίμου, Χαϊδαρίου και Καλλιθέας.

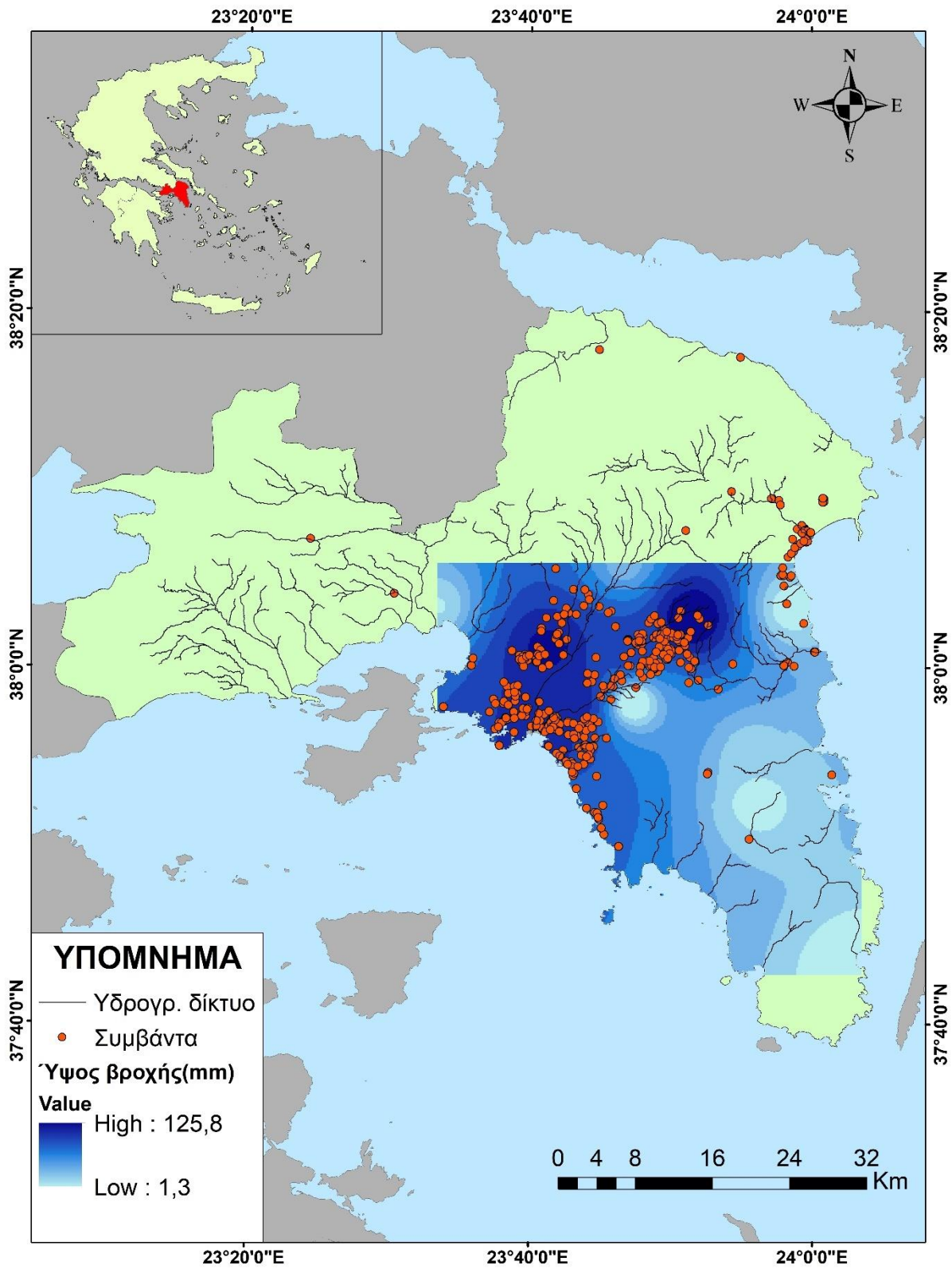
Σε ό,τι αφορά τα ύψη της βροχής που καταγράφηκαν, πολύ μεγάλες τιμές εμφανίστηκαν σχεδόν σε όλο το λεκανοπέδιο με τις υψηλότερες να σημειώνονται στους σταθμούς του Περιστερίου και της Πεντέλης με 111,5 και 125,8 mm αντίστοιχα.



Σχήμα 4.5 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 22/2/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.10: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 22/2/2013 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.11: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 22/2/2013 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.6: 11/11/2013 – Δυτικά προάστια Αθήνας

Έντονες βροχοπτώσεις έπληξαν την περιοχή της Αττικής στις 11 Νοεμβρίου 2013 προκαλώντας προβλήματα και καταστροφές κατά βάση σε σημεία εντός του Λεκανοπεδίου. Περισσότερο επλήγησαν οι περιοχές στο δυτικό κομμάτι του. Πιο αναλυτικά, λόγω της βροχόπτωσης δημιουργήθηκε έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα στους δρόμους της Αθήνας. Σε κάποια σημεία, μάλιστα, η κυκλοφορία διεκόπη και έκανε χρόνο να αποκατασταθεί. Τέτοια σημεία ήταν η οδός Πειραιώς από το ύψος της Π. Ράλλη ως τη Χαμοστέρνας, η λεωφόρος Κηφισού στο ύψος της Ιεράς Οδού, και η υπόγεια γέφυρα της λεωφόρου Συγγρού στο ύψος του Δέλτα Φαλήρου.

Σημαντική καταστροφή που αξίζει να σημειωθεί σημειώθηκε στο Καματερό στη λεωφόρο Φυλής, μεταξύ των οδών Δ. Γούναρη και Καματερού, όπου τμήμα του οδοστρώματος υπέστη καθίζηση και η κυκλοφορία διεκόπη.

Η Πυροσβεστική πραγματοποίησε σημαντικό αριθμό επιχειρήσεων προκειμένου να απεγκλωβίσει πολίτες από τα οχήματά τους που είχαν ακινητοποιηθεί.

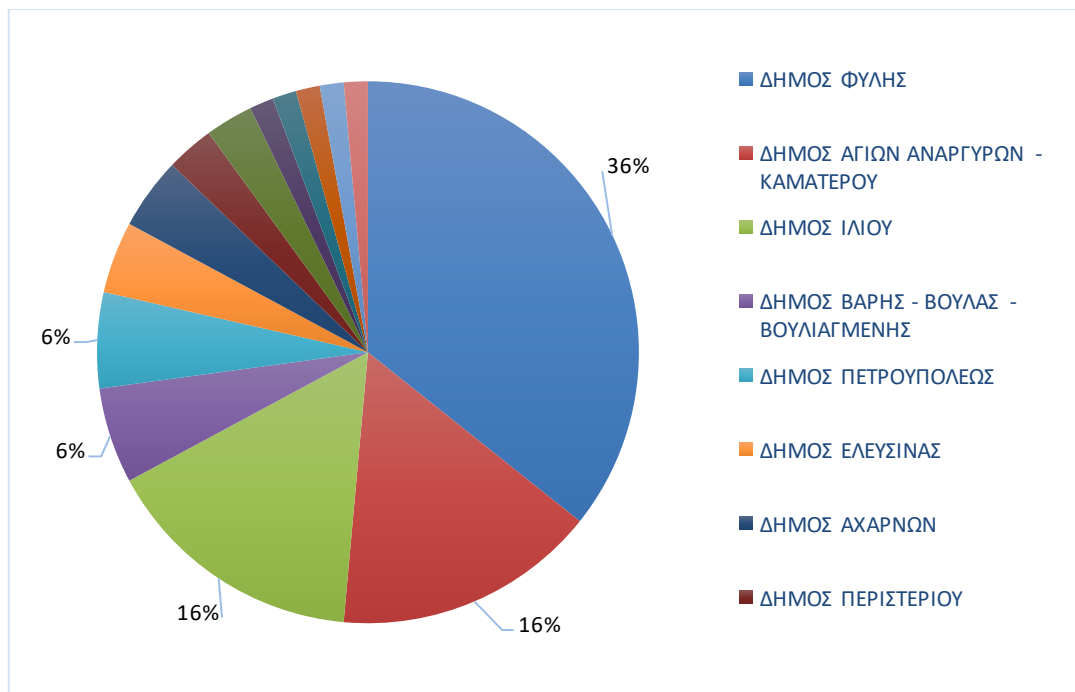


Σχήμα 4.6: Καθίζηση στη οδόστρωμα της λεωφόρου Φυλής στο Καματερό η οποία προκλήθηκε από ισχυρή καταιγίδα στις 11/11/2013 (Πηγή: [www.naftemporiki.gr](http://www.naftemporiki.gr), 2013)

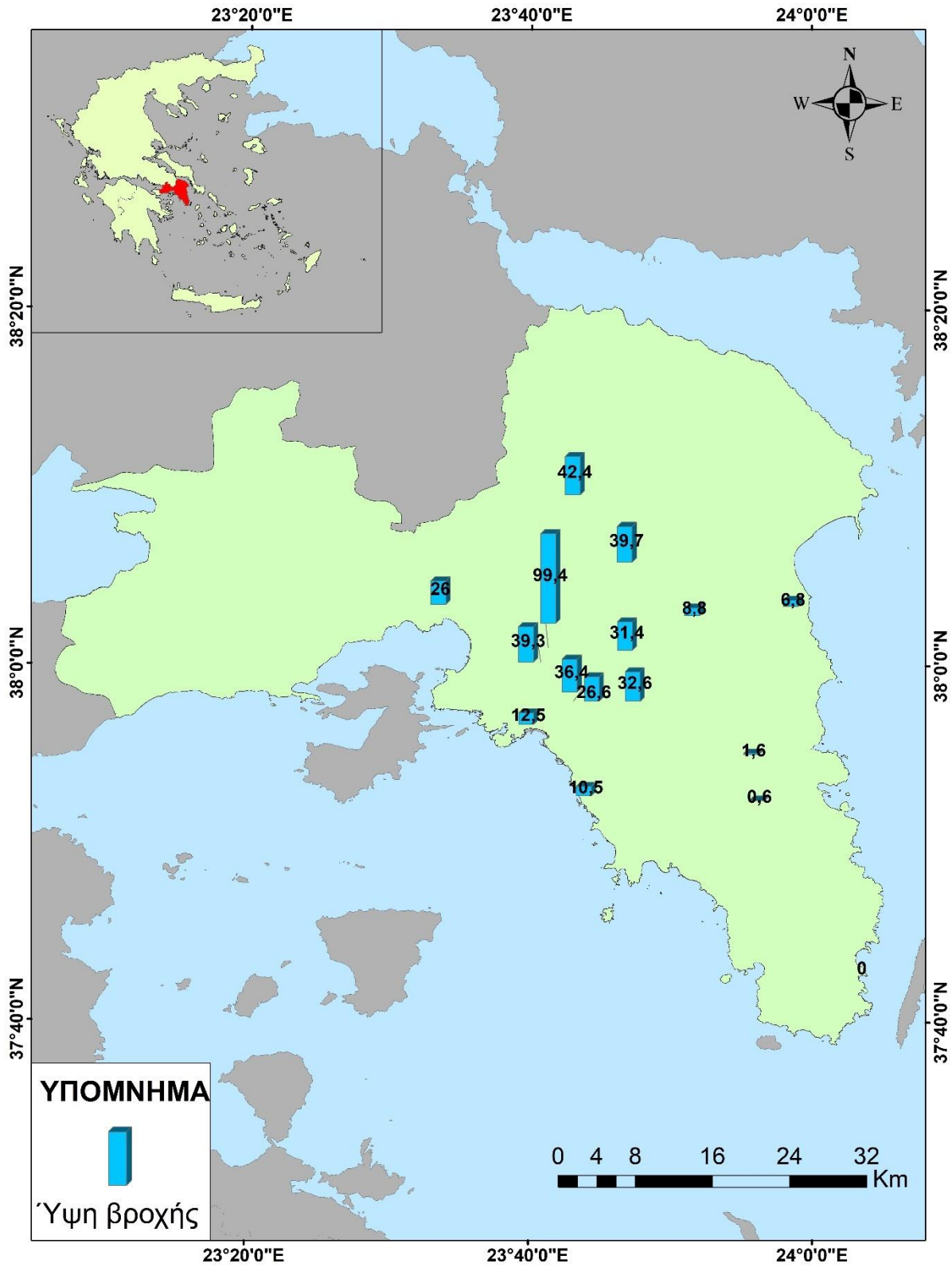
Όσον αφορά στους δήμους στους οποίους έλαβαν χώρα τα συμβάντα στις 11/11/2013, το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφεται στις δυτικές περιοχές του λεκανοπεδίου των Αθηνών. Σχεδόν στο σύνολό τους, τα σημεία που εκδηλώθηκαν πλημμυρικά συμβάντα βρίσκονται δυτικά και σε μικρή απόσταση από το ρέμα του Αγίου Γεωργίου. Ο δήμος Φυλής συγκεντρώνει το μεγαλύτερο κομμάτι με 36% των συμβάντων. 16% των συμβάντων εκδηλώθηκε στο δήμο Αγίων Αναργύρων, ομοίως και στο δήμο Ιλίου. Οι δήμοι Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης και ο δήμος Πετρούπολης συγκεντρώνουν 6% των περιστατικών.

Σε ό, τι σχετίζεται με τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν στους σταθμούς της Αττικής, η υψηλότερη τιμή ύψους βροχής εμφανίζεται στο σταθμό του Περιστερίου όπου σημειώθηκαν 99,4 mm βροχής. Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι η τιμή αυτή ενδέχεται να έχει προκύψει από σφάλμα του σταθμού, διότι είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τις τιμές των γύρω σταθμών. Ωστόσο, λόγω έλλειψης δυνατότητας επαλήθευσης και ελέγχου αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί.

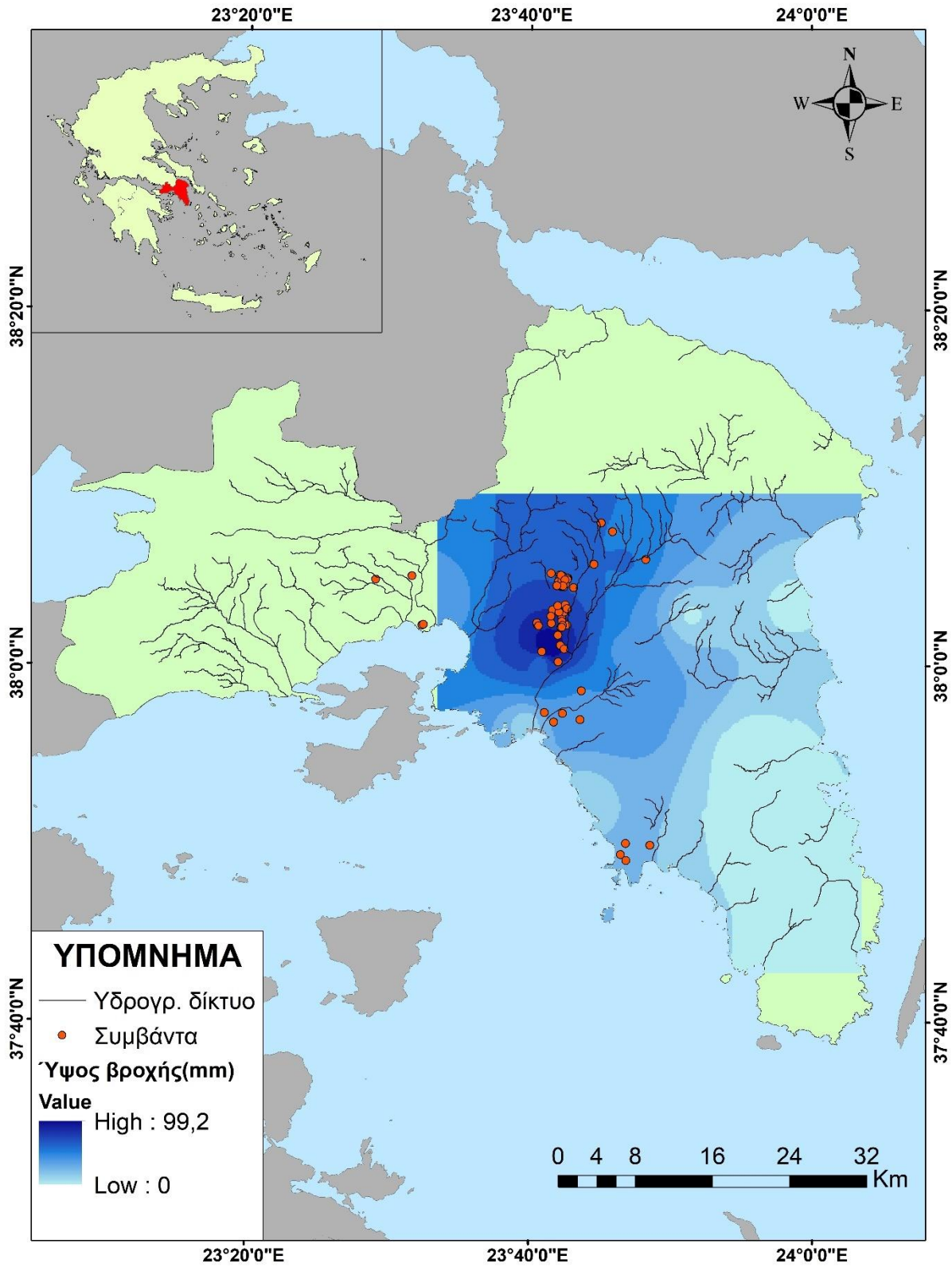
Οι κατανομή των συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης, η χωρική τους κατανομή καθώς και η χωρική κατανομή της βροχής και τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν σε κάθε σταθμό παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα και στους χάρτες που ακολουθούν.



Σχήμα 4.7 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 11/11/2013 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.12: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 11/11/2013 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.13: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 11/11/2013 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.7: 24/10/2014 – Δυτικά προάστια Αθήνας, Πειραιάς

Μεγάλης έντασης καταιγίδες εκδηλώθηκαν στις 24 Οκτωβρίου του 2014 στην Αττική. Προκλήθηκαν εκτεταμένες πλημμύρες σε δρόμους, σπίτια και καταστήματα με ορισμένους δρόμους να μετατρέπονται μέχρι και σε χειμάρρους, παρασύροντας αυτοκίνητα, που καταπλάκωσαν το ένα το άλλο. Η σφοδρή κακοκαιρία έπληξε ιδιαίτερα τις περιοχές των δυτικών προαστίων όπως το Περιστερί, το Ίλιον και το Μενίδι και τις περιοχές του Πειραιά όπως η Νίκαια, η Δραπετσώνα και το Κερατσίνι. Πλήθος κλήσεων έλαβε η Πυροσβεστική, μεταξύ άλλων, για απομακρύνσεις αντικειμένων και κοπές δέντρων.

Έντονα παρουσιάστηκαν τα κυκλοφοριακά προβλήματα στους δρόμους και μάλιστα σε πολλές μεγάλες οδικές αρτηρίες. Ιδιαίτερα στις λεωφόρους Κηφισίας, Αλεξάνδρας, Μεσογείων, στη λεωφόρο Ποσειδώνος, στη λεωφόρο Κηφισού και στη λεωφόρο Συγγρού η κυκλοφορία σχεδόν διεκόπη από τη συσσώρευση υδάτων και το μποτιλιάρισμα που δημιουργήθηκε. Στη λεωφόρο Θηβών, στη συμβολή της, με την Ιδομενέως, οδηγοί εγκλωβίστηκαν στα αυτοκίνητά τους και απεγκλωβίστηκαν με τη βοήθεια συνεργείου του Πυροσβεστικού Σώματος. 3 άτομα απεγκλωβίστηκαν από τα σωστικά συνεργεία της Πυροσβεστικής και στην οδό Κύπρου στο Μενίδι μέσα από αυτοκίνητο το οποίο παρασύρθηκε από τα νερά της βροχής.



Σχήμα 4.8: Παράδρομος λεωφόρου Κηφισού κατά την κακοκαιρία της 24/10/2014 (Πηγή: [www.naftemporiki.gr](http://www.naftemporiki.gr), 2014)

Πολύ μεγάλης κλίμακας ζημιές σημειώθηκαν στο Ίλιον, με το δήμο να εξασφαλίζει διαμονή σε ξενοδοχεία για τους πολίτες των οποίων τα σπίτια υπέστησαν μεγάλες ζημιές. Μεγάλη επιχείρηση οργανώθηκε από την Πυροσβεστική Υπηρεσία προκειμένου να αντληθούν τα νερά από υπόγειο πάρκινγκ σούπερ μάρκετ και να εντοπιστούν τυχόν εγκλωβισμένοι άνθρωποι.



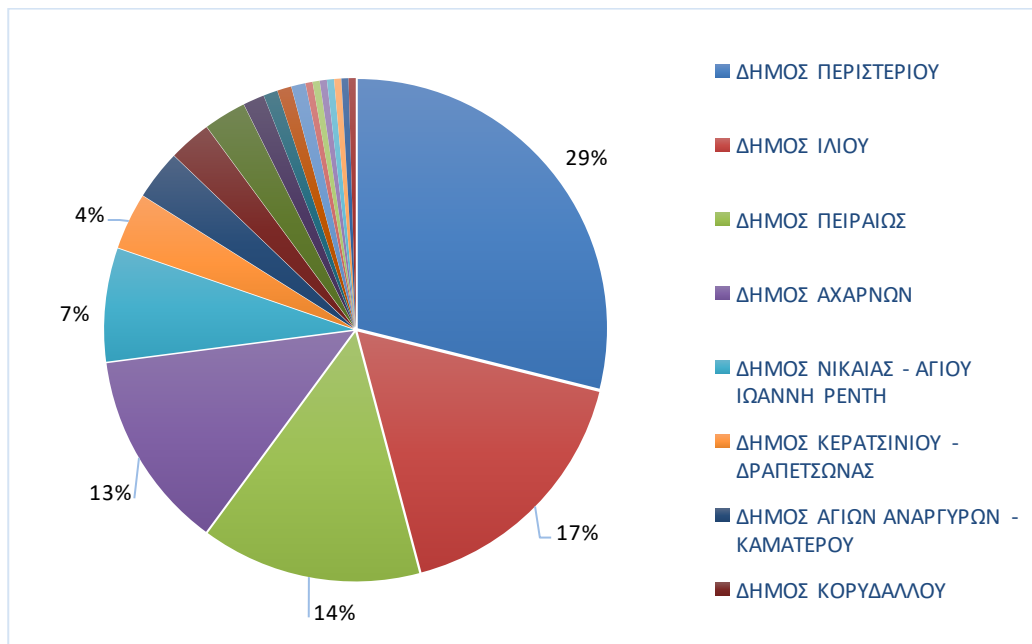
Στο Χαϊδάρι από τη νεροποντή αποκλείστηκε η είσοδος του Αττικού νοσοκομείου, και για να επιτευχθεί η πρόσβαση των ασθενών και των συνοδών τους στο κτήριο χρειάστηκε η επέμβαση του Πυροσβεστικού Σώματος.

Στο Περιστέρι πολλά οχήματα παρασύρθηκαν από την ορμή των υδάτων, ενώ σε ορισμένα σημεία το ύψος του νερού ξεπέρασε τα 50 εκατοστά. ([www.vimaonline.gr](http://www.vimaonline.gr), 2014).

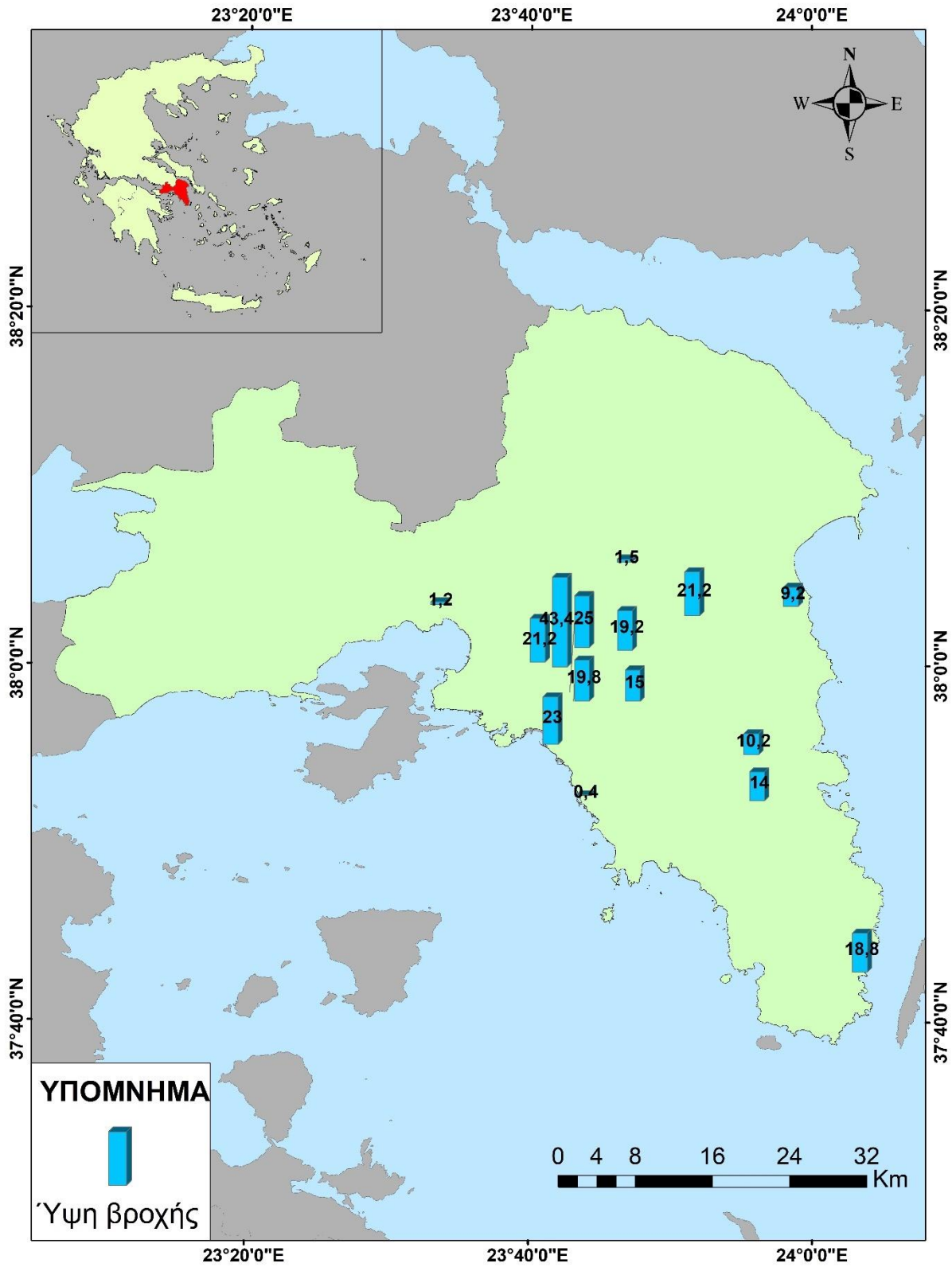
Κλειστές έμειναν οι πορθμειακές γραμμές Αγ. Μαρίνα - Νέα Στύρα και Σαλαμίνα – Πειραιάς. Λόγω της κακοκαιρίας διακόπηκαν τα δρομολόγια των τρένων της ΤΡΑΙΝΟΣΕ στη γραμμή Πειραιάς – Ρέντη ενώ με καθυστέρηση μίας ώρας και 40 λεπτών έφτασε στην Αθήνα η αμαξοστοιχία από τη Θεσσαλονίκη εξ αιτίας πλημμύρας στο ύψος του Μενιδίου.

Σύμφωνα με την κατανομή των συμβάντων στους δήμους που παρουσιάζεται παρακάτω, η μεγαλύτερη επιβάρυνση σημειώνεται στο δήμο Περιστερίου όπου συγκεντρώνεται το 29% των συμβάντων. Σημαντικά ποσοστά καταγράφονται επίσης στους δήμους Ιλίου, Πειραιώς, Αχαρνών με 17%, 14% και 13% των συμβάντων αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί η παρατήρηση ότι η νοητή ευθεία που ορίζεται από τη χωρική κατανομή των συμβάντων στο χάρτη 4.15 ακολουθεί σχεδόν πιστά εν παραλλήλω τη διεύθυνση που ορίζει ο Κηφισός Ποταμός.

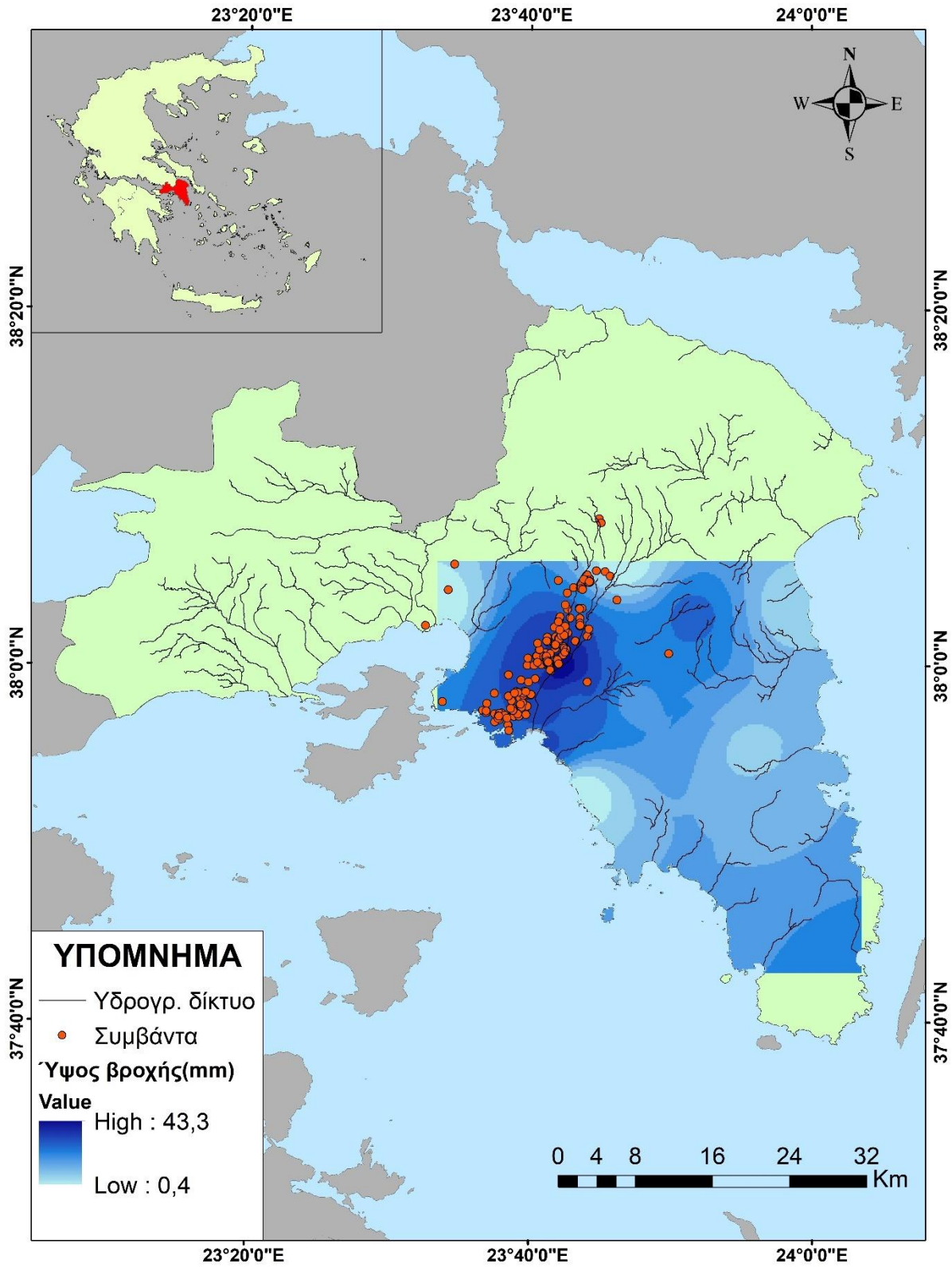
Οι υψηλότερες τιμές υψών βροχής σημειώθηκαν στο σταθμό του Περιστερίου το ύψος της βροχής να ανέρχεται στα 43,4 mm βροχής. Τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν από κάθε σταθμό, καθώς και η χωρική κατανομή των συμβάντων και της βροχής παρουσιάζεται στους χάρτες που ακολουθούν.



Σχήμα 4.9 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 24/10/2014 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.14: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 24/10/2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.15: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 24/10/2014 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

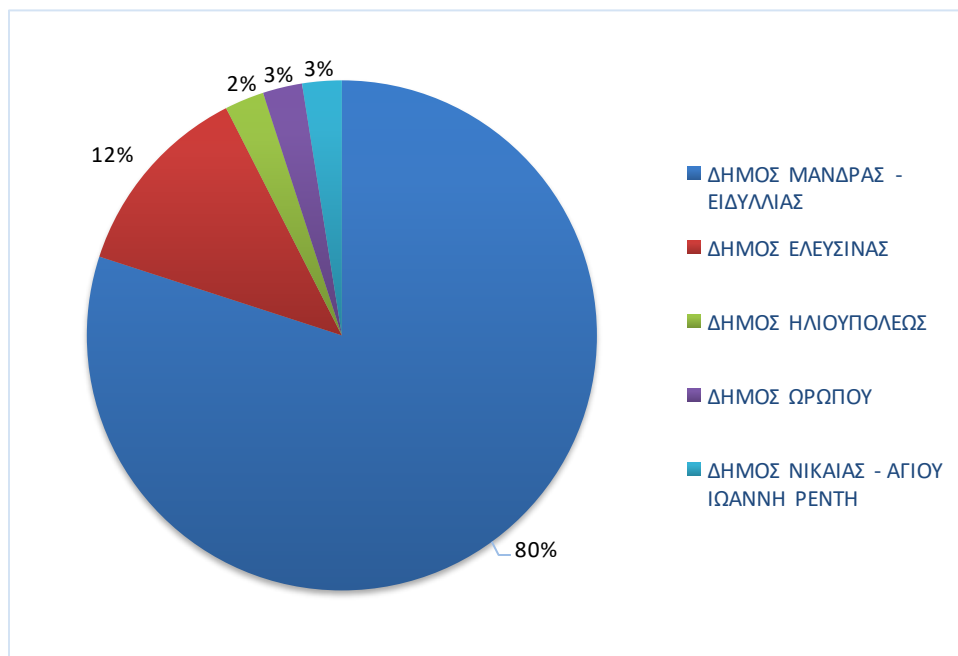
#### 4.2.8: 27/2/2015 – Μάνδρα, Ελευσίνα

Μεγάλες πλημμύρες σημειώθηκαν στις 27 Φεβρουαρίου του 2015 στην περιοχή της Μάνδρας. Κατά τη διάρκεια των μεταμεσονύκτιων ωρών χείμαρρος ξεχείλισε και διέσχισε την πόλη με αποτέλεσμα να προκληθούν εκτεταμένες καταστροφές σε σπίτια, καταστήματα και αποθήκες. Οχήματα παρασύρθηκαν ενώ από το βουνό σημειώθηκε μεταφορά φερτών υλικών(μπάζα, κορμοί δέντρων κλπ) και λάσπης. Το κέντρο της πόλης κατέστη σχεδόν αδιάβατο από τη συσσώρευση υδάτων.

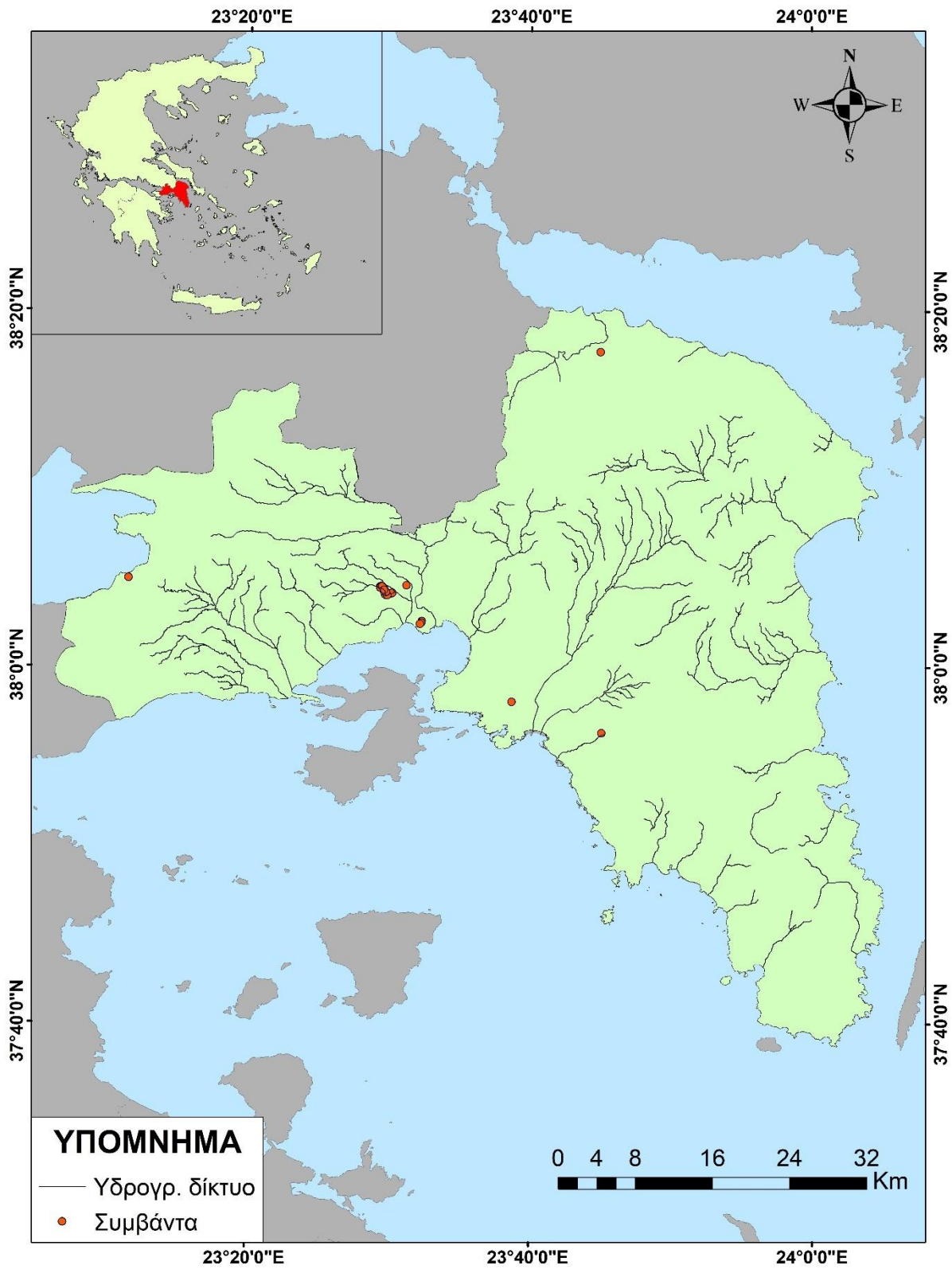
Αναγκαία κρίθηκε η παρέμβαση της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας ώστε να απεγκλωβιστούν 6 άτομα από τα σπίτια τους και άλλα 2 άτομα από τα οχήματά τους τα οποία ακινητοποιήθηκαν. Τέλος, σημειώθηκαν σε αρκετά σπίτια διακοπές ρεύματος.

Σχεδόν όλα τα συμβάντα του καταλόγου (80%) συγκεντρώνονται στο δήμο Μάνδρας, ενώ ένα μικρό ποσοστό επί του συνόλου (12%) συγκεντρώνεται στην Ελευσίνα.

Λόγω της έλλειψης βροχομετρικών δεδομένων για την περιοχή από τους σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, δεν παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της βροχής για το συγκεκριμένο πλημμυρικό περιστατικό. Στον ιστότοπο του meteo ([www.meteo.gr](http://www.meteo.gr)) αναφέρεται ότι το ύψος βροχής στη Μάνδρα τη συγκεκριμένη ημερομηνία ανήλθε στα 26,8 mm.



Σχήμα 4.10 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 27/2/2015 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.16: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 27/2/2015  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

#### 4.2.9: 22-23/10/2015 – Κηφισιά, Αχαρνές, Μεταμόρφωση

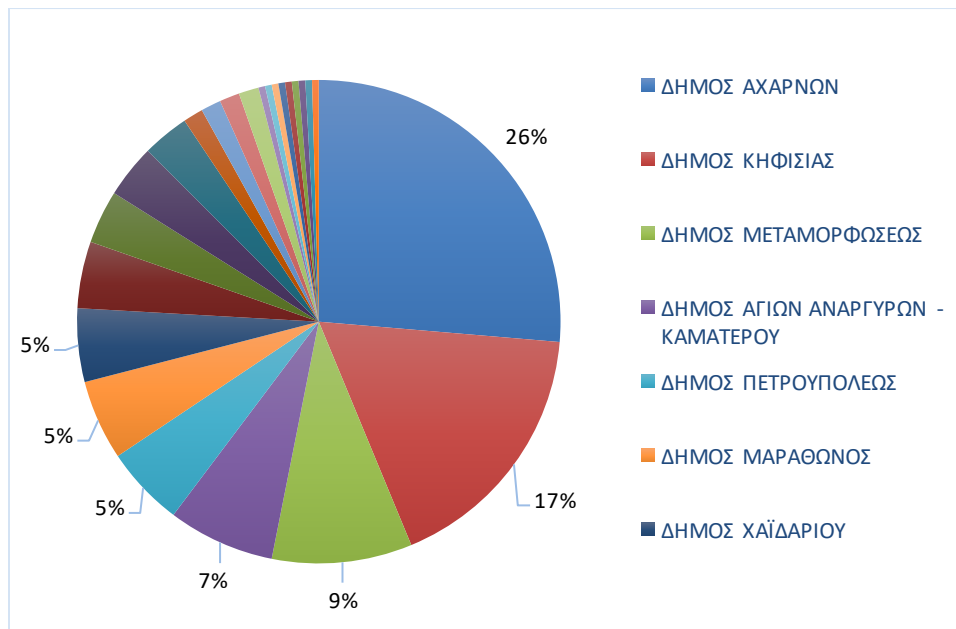
Μεγάλης έντασης κακοκαιρία εκδηλώθηκε στην περιοχή της Αττικής στις 22-23 Οκτωβρίου του 2015, με μεγάλης κλίμακας καταστροφές και 4 ανθρώπους να χάνουν τη ζωή τους.

Ένας 41χρονος άνδρας εγκλωβίστηκε μαζί με τη μητέρα του, 71 ετών, στο όχημά τους στην οδό Αριστοτέλους στο Μενίδι και τελικά και κατέληξε, παρά τον απεγκλωβισμό του από τους περαστικούς. Στο ίδιο σχεδόν σημείο, στη διασταύρωση της οδού Αριστοτέλους και Αγίου Κωνσταντίνου βρέθηκε νεκρός ένας ακόμα άνδρας μετά από μερικές μέρες. Η σορός ενός ακόμα άνδρα ανασύρθηκε από την κοίτη του ρέματος της Χελιδονούς, στο ύψος της Κηφισιάς, με τις Αρχές να αναφέρουν ότι το όχημά του πιθανόν παρασύρθηκε από τα νερά της καταιγίδας. Τέλος, θύμα της κακοκαιρίας έπεσε μια γυναίκα 43 ετών στο Καματερό με το όχημά της να παρασύρεται από τα ορμητικά νερά και τελικά να εντοπίζεται νεκρή.

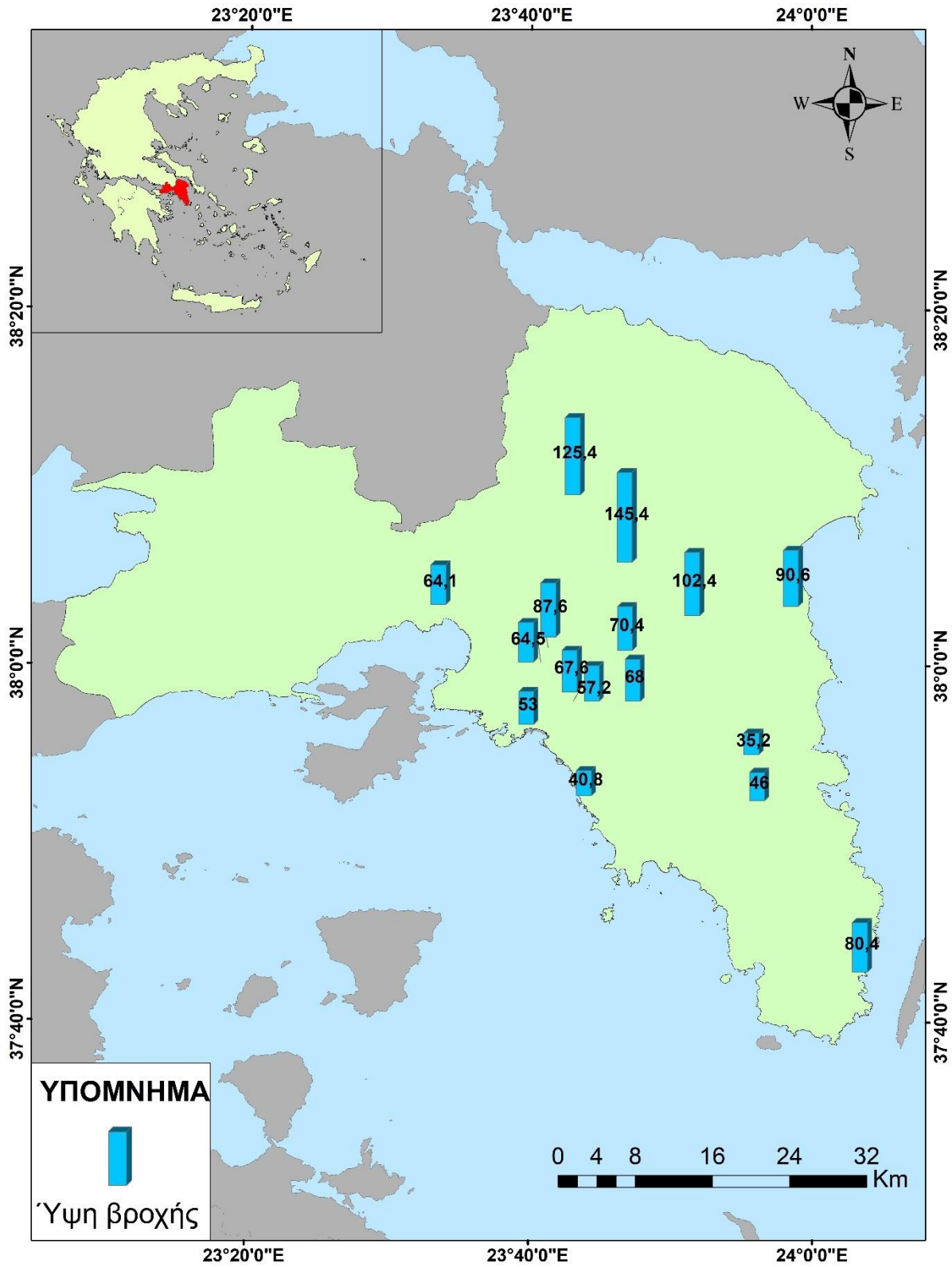
Μία γυναίκα και ένας μαθητής παρασύρθηκαν από τα νερά στην Πετρούπολη, ενώ ένας πυροσβέστης κινδύνεψε σοβαρά όταν εγκλωβίστηκε σε λασπώδη χείμαρρο που τον παρέσυρε στο Μενίδι. Επίσης στην περιοχή του Καματερού, στο ρέμα της Εσχατιάς, κατέρρευσε τριώροφη πολυκατοικία, χωρίς να υπάρξουν θύματα.

Το 29% των πλημμυρικών συμβάντων συγκεντρώνεται στο δήμο Αχαρνών, ενώ σημαντική επιβάρυνση παρουσιάζεται στους δήμους στο βορειοδυτικό τμήμα του Λεκανοπεδίου όπως ο δήμος Κηφισιάς (17%), ο δήμος Μεταμόρφωσης (9%), και ο δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού (7%).

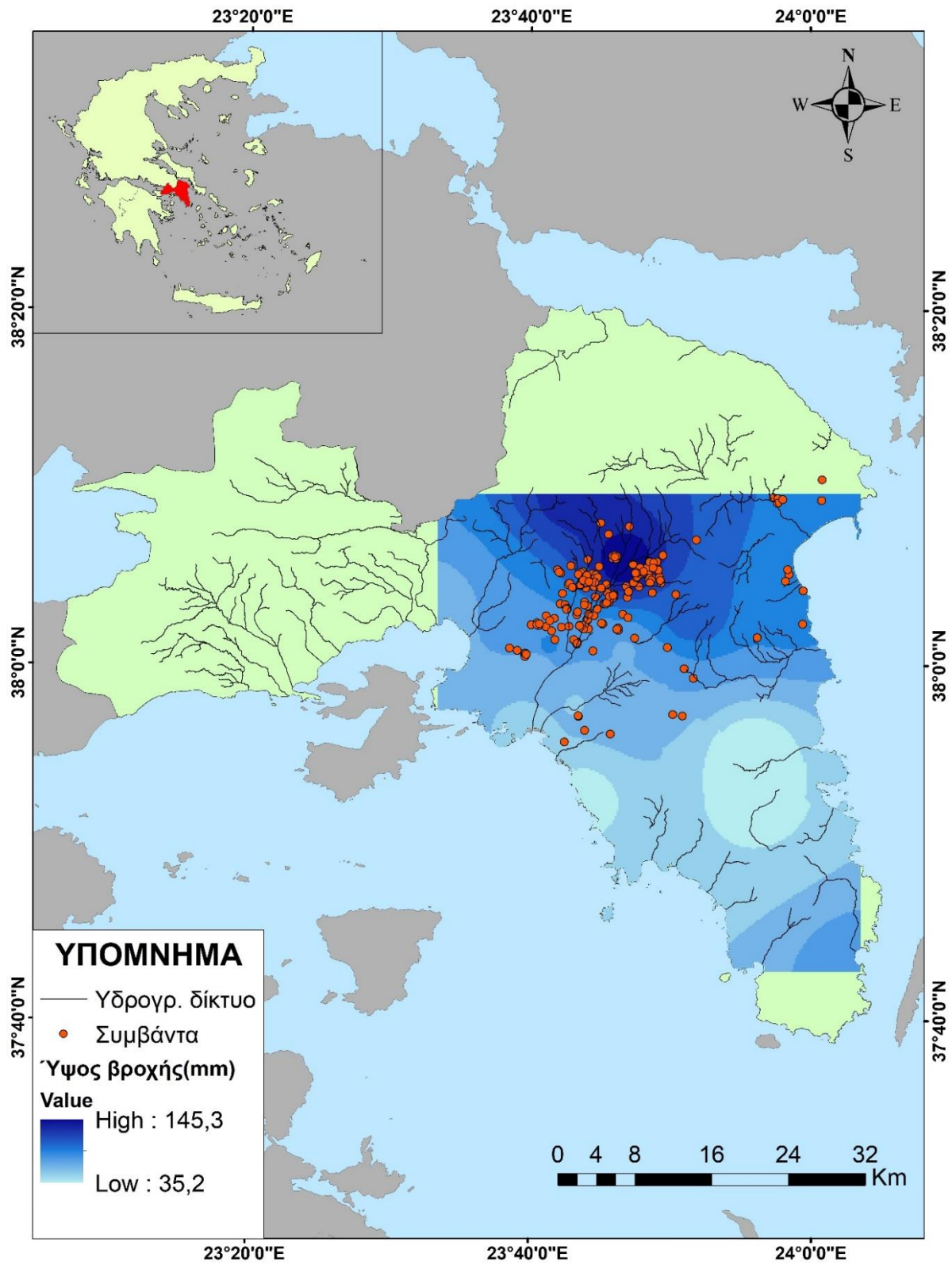
Σχετικά με τα ύψη της βροχόπτωσης, οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται στο σταθμό του Τατοΐου (145,4 mm) και στο σταθμό της Πάρνηθας (125,4 mm).



Σχήμα 4.11 : Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 22-23/10/2015 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.17: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 22-23/10/2015 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.18: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 22-23/10/2015 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



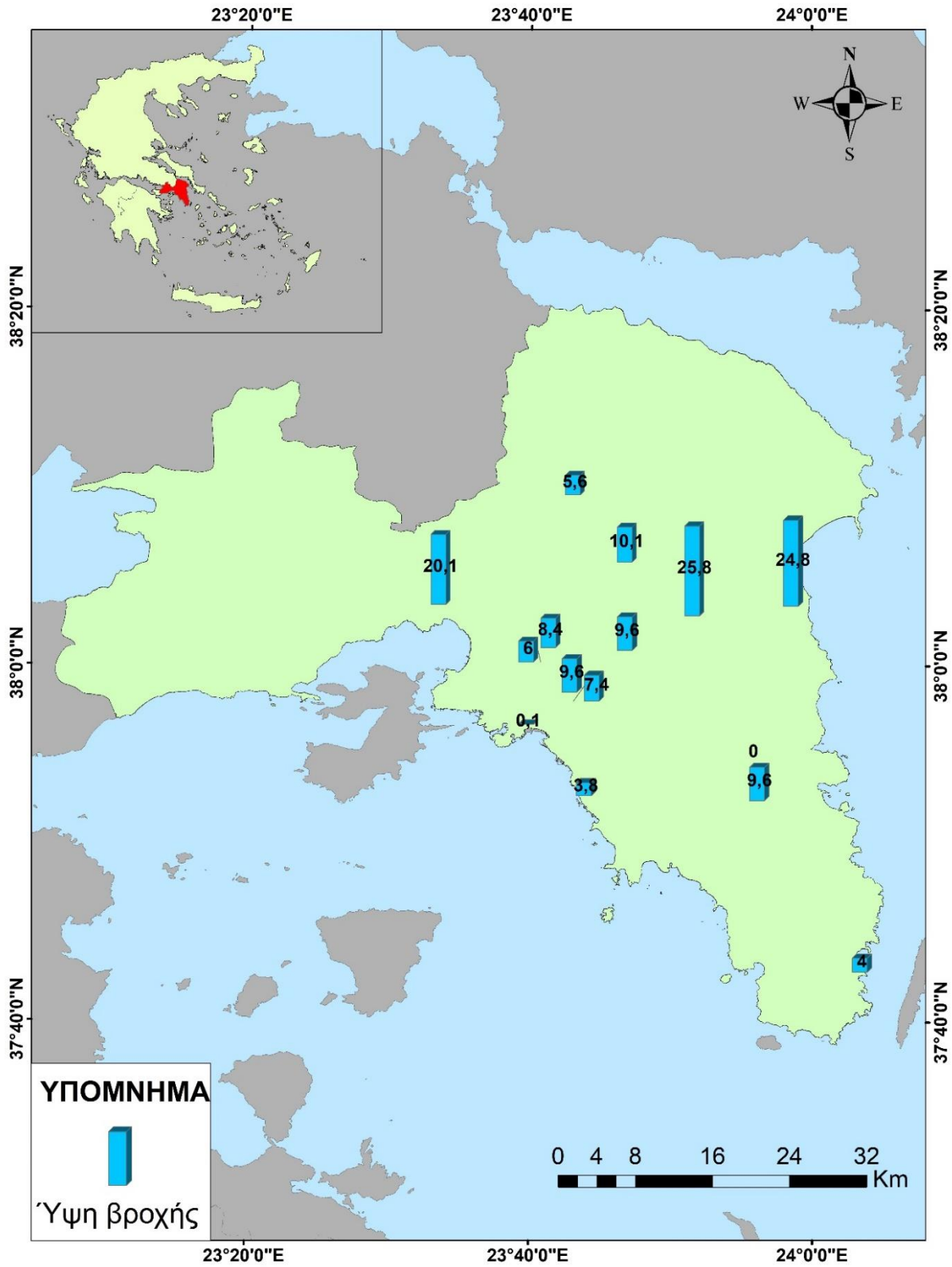
#### **4.2.10: 7/6/2016 – Διόνυσος**

Σημαντικά προβλήματα προκάλεσε η ισχυρή βροχόπτωση που σημειώθηκε στην Αττική στις 7 Ιουνίου 2016. Η κακοκαιρία έπληξε τα βόρεια προάστια της Αττικής και ειδικότερα τον Άγιο Στέφανο, το Διόνυσο, την Άνοιξη, τη Σταμάτα και τη Δροσιά.

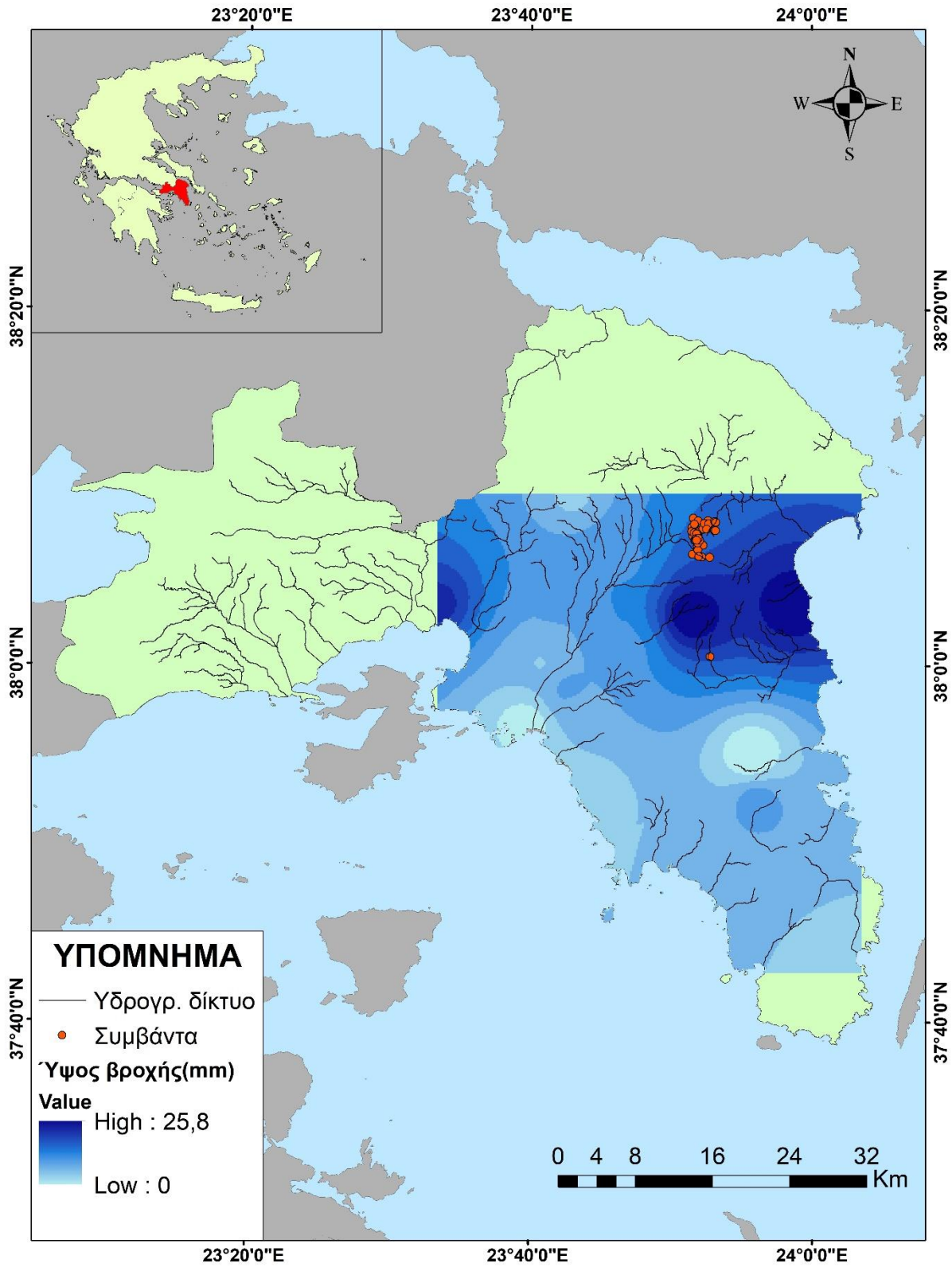
Σπίτια και καταστήματα πλημμύρισαν, ενώ αυτοκίνητα ακινητοποιήθηκαν ή παρασύρθηκαν από τα νερά που μετέτρεψαν τους δρόμους σε ποτάμια και χρειάστηκε η επέμβαση της Πυροσβεστικής.

Όλες οι καταγραφές από τον κατάλογο συμβάντων που σχετίζονται με το συγκεκριμένο πλημμυρικό γεγονός (52 στον αριθμό) εντοπίζονται στο δήμο Διονύσου (Σταμάτα, Άνοιξη, Άγιος Στέφανος, Δροσιά), και μόλις μία στο δήμο Παλλήνης.

Όσον αφορά στα ύψη βροχής που καταγράφηκαν στους βροχομετρικούς σταθμούς από τους οποίους αντλούνται τα δεδομένα, οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στους σταθμούς της Πεντέλης, της Νέας Μάκρης και της Ελευσίνας. Πιο αναλυτικά, στον πρώτο το ύψος βροχής ανήλθε στα 25,8 mm, στον δεύτερο στα 24,8 mm και στον τρίτο στα 20,1 mm. Τα ύψη βροχής στους βροχομετρικούς σταθμούς, και η χωρική κατανομή της βροχής και των συμβάντων παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες.



Χάρτης 4.19: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 7/6/2016 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.20: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 7/6/2016 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.11: 27-28/11/2016 – Δήμος Αθηναίων, Περιστερί, Παιανία

Πολλά σοβαρά προβλήματα προκλήθηκαν σε κτήρια και σε δρόμους από έντονες και πολύωρες βροχοπτώσεις που εκδηλώθηκαν στην Αττική στις 27 και 28 Νοεμβρίου 2016. Δεν υπήρξαν θύματα. Αρκετά υπόγεια σπίτια και καταστήματα πλημμύρισαν, οδηγοί εγκλωβίστηκαν στα οχήματά τους, ενώ ακόμη και κεντρικοί δρόμοι έκλεισαν, καθώς μετατράπηκαν σε ποτάμια. Οξύτατα προβλήματα σημειώθηκαν στο κέντρο της Αθήνας, στα νότια και δυτικά προάστια και στα Μεσόγεια, με την Πυροσβεστική να επιχειρεί με 35 συνεργεία στις περιοχές αυτές.

Έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα παρουσιάστηκε εξ αιτίας της κακοκαιρίας, με την κυκλοφορία να καθίσταται αδύνατη σε κεντρικές οδικές αρτηρίες γύρω από το κέντρο της Αθήνας. Πιο συγκεκριμένα από τη νεροποντή έκλεισαν για ώρες η οδός Λιοσίων, από τη Γούσιου έως τη Στρατηγού Καλλάρη, η λεωφόρος Δημοκρατίας στις τρεις γέφυρες, η Πειραιώς από τη Χαμοστέρνας μέχρι την Πέτρου Ράλλη, η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας στη συμβολή με τη Ζαχάρωφ και η οδός Πολυκάρπου στο Βοτανικό. Στον περιφερειακό του Λυκαβηττού παρασύρθηκε μεγάλος όγκος χώματος και λάσπης από το βουνό, με αποτέλεσμα να καλυφθεί ο δρόμος, μηχανές και αυτοκίνητα.



Σχήμα 4.12: Μεγάλος όγκος λάσπης που παρασύρθηκε στον περιφερειακό του Λυκαβηττού (Πηγή: [www.efsyn.gr](http://www.efsyn.gr), 2016)

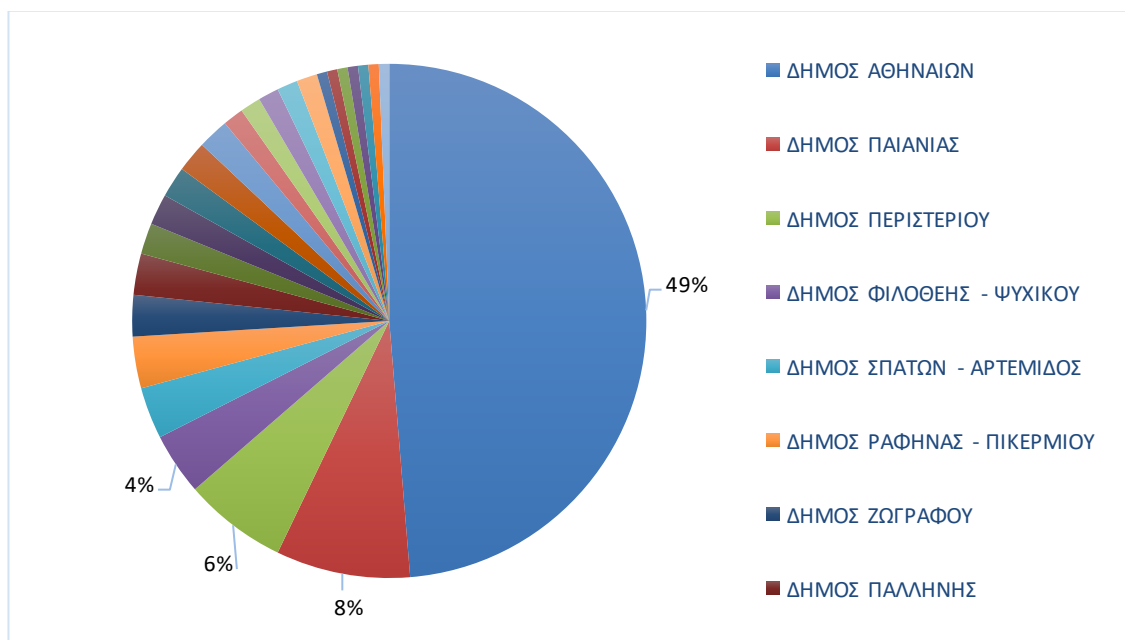
Διακοπή ρεύματος σημειώθηκε σε πυκνοκατοικημένα οικοδομικά τετράγωνα στο στη Βικτώρια, στην 3ης Σεπτεμβρίου, στην πλατεία Αττικής και στους Αμπελόκηπους στη λεωφόρο Αλεξάνδρας με τη βλάβη να διαρκεί για αρκετές ώρες μέχρι να αποκατασταθεί ([www.efsyn.gr](http://www.efsyn.gr), 2016).

Αναγκαστική κρίθηκε η παρέμβαση των συνεργείων της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο απεγκλωβισμός ενός οδηγού από το όχημά του το οποίο ακινητοποιήθηκε από τα νερά της βροχής στο κέντρο της Αθήνας, επί της οδού Ευελπίδων. Άλλα

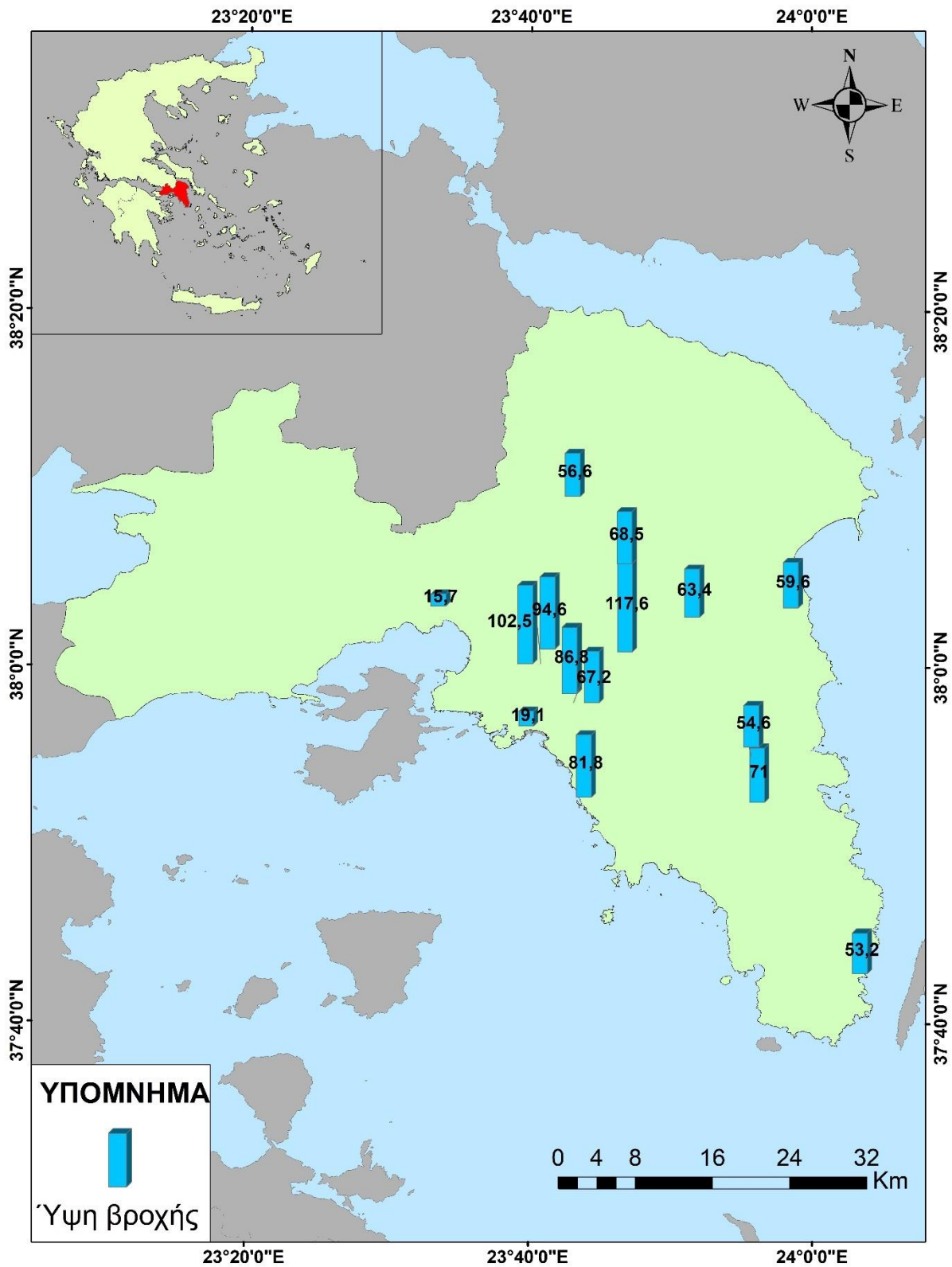
3 άτομα απεγκλωβίστηκαν από τα οχήματά τους μετά από επιχείρηση της Πυροσβεστικής από όχημα που επίσης ακινητοποιήθηκε επί της λεωφόρου Καραμανλή στο Μενίδι.

Μελετώντας την κατανομή των πλημμυρικών συμβάντων στους δήμους της Αττικής, σχεδόν τα μισά (49%) έχουν εκδηλωθεί στο δήμο Αθηναίων. Παρατηρώντας τη χωρική τους κατανομή, τα περισσότερα εξ αυτών βρίσκονται στις βορειοανατολικές περιοχές του δήμου, στα Ιλίσια και στους Αμπελόκηπους. Αρκετά συμβάντα εμφανίζονται επίσης στην περιοχή του Κολωνού και γύρω από την πλατεία Βάθης. Άλλοι δήμοι που συγκεντρώνουν σημαντικά ποσοστά είναι ο δήμος Παιανίας με 8% επί του συνόλου και ο δήμος Περιστερίου που συγκεντρώνει 6% των πλημμυρικών συμβάντων.

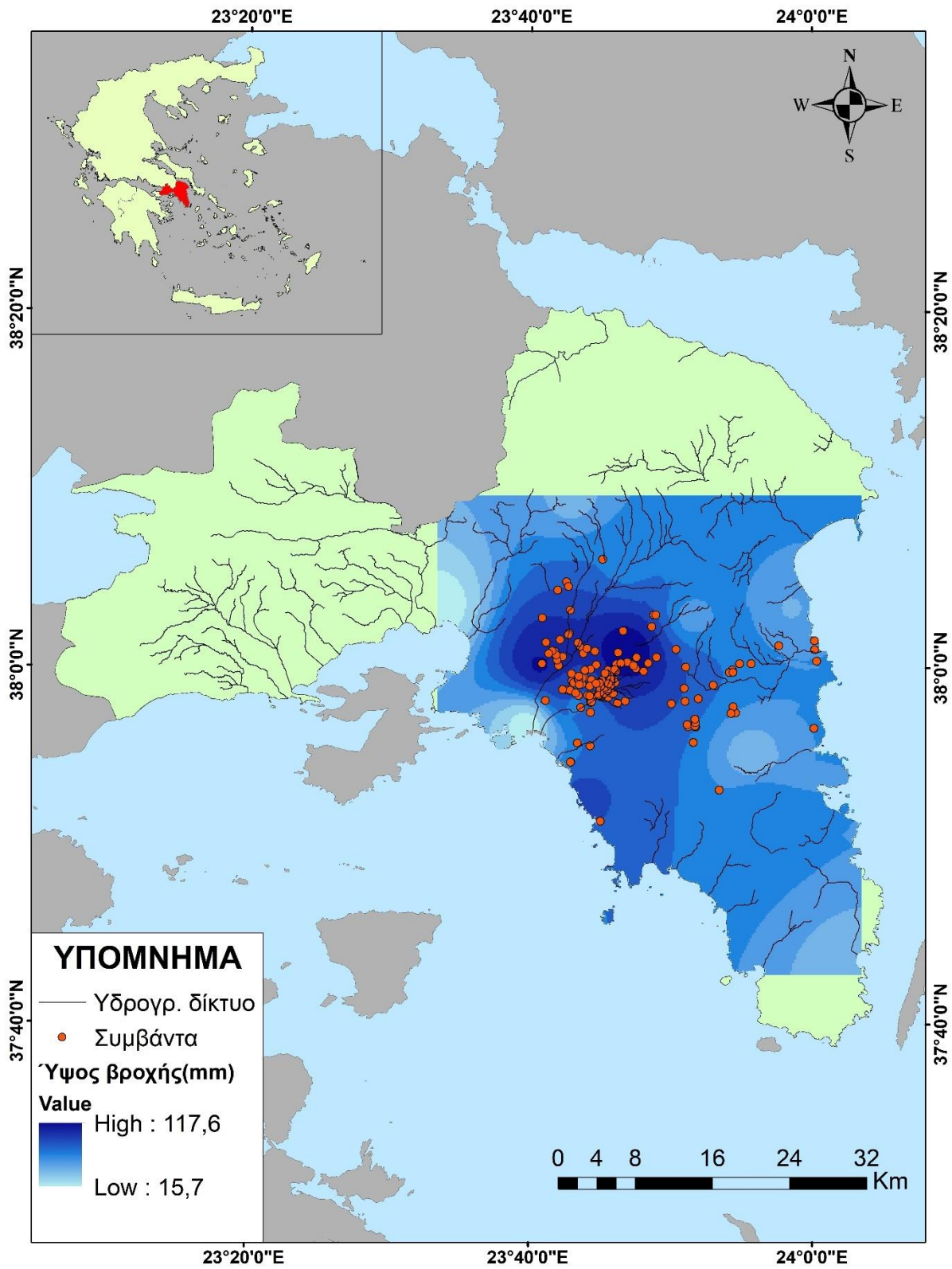
Σχετικά με τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν στους βροχομετρικούς σταθμούς της περιοχής μελέτης, οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στο σταθμό του Ψυχικού όπου το ύψος βροχής ανήλθε στα 117,6 mm, ενώ ακολουθούν ο σταθμός της Νίκαιας και του Περιστερίου όπου σημειώθηκαν 102,5 mm και 94,5 mm αντίστοιχα. Η χωρική κατανομή των συμβάντων και στις βροχές καθώς και τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν στους διαθέσιμους βροχομετρικούς σταθμούς παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχήμα 4.13: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 27-28/11/2016 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.21: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 27-28/11/2016 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.22: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 27-28/11/2016 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.12: 15-18/11/2017 – Δυτική Αττική (Μάνδρα, Μέγαρο, Ελευσίνα)

Το Νοέμβριο του 2017 σημειώθηκε στη δυτική Αττική ένα από τα πιο καταστροφικά πλημμυρικά γεγονότα στην ιστορία της Ελλάδας. Τα ξημερώματα της 15ης Νοεμβρίου 2017 έντονα καιρικά φαινόμενα πλήττουν την ευρύτερη περιοχή των Μεγάρων και της Νέας Περάμου. Μέσα σε 90 λεπτά καταρρακτώδους βροχής, δύο μεγάλα ρέματα κοντά στη Μάνδρα, τα ρέματα «Σούρες» και «Αγία Αικατερίνη» υπερχειλίζουν, με αποτέλεσμα τεράστιοι όγκοι νερού, φερτών υλικών και λάσπης να «πνίξουν» το μεγαλύτερο μέρος της πόλης. Οι σφοδρές βροχοπτώσεις προκάλεσαν πρωτοφανούς έκτασης καταστροφές στις περιοχές της Μάνδρας, της Νέας Περάμου, της Μαγούλας και της Ελευσίνας. Συγκεκριμένα πλημμύρισε το μεγαλύτερο τμήμα της αστικής περιοχής της Μάνδρας, ιδιαίτερα η ζώνη εκατέρωθεν της παλαιότερης φυσικής κοίτης του ρέματος Αγίας Αικατερίνης/Κατσημίδη, πρωτίστως παράλληλα της οδού Κοροπούλη. Επίσης πλημμύρισε ένα πολύ μεγάλο τμήμα της βιομηχανικής περιοχής εκατέρωθεν της Εθνικής Οδού Ελευσίνας - Θηβών, από ανάντη του Εργοταξίου του Δήμου Μάνδρας μέχρι κατάντη της Αττικής οδού.

Στους 25 ανήλθε ο αριθμός των ανθρώπων που έχασαν τη ζωή τους τις μέρες εκείνες καθιστώντας, έτσι, την εν λόγω πλημμύρα ως την τρίτη μεγαλύτερη που έχει καταγραφεί στην Αττική βάσει του αριθμού των νεκρών. Η χώρα κηρύχθηκε σε τριήμερο πένθος.



Σχήμα 4.14: Χάρτης ανθρώπινων απωλειών στην περιοχή Μάνδρας Ελευσίνας (Πηγή: Newsletter ΠΜΣ «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων», 2017)

Για πολλές ώρες ή και μέρες σε κάποιες περιπτώσεις διεκόπη η κυκλοφορία των οχημάτων στα εξής σημεία:

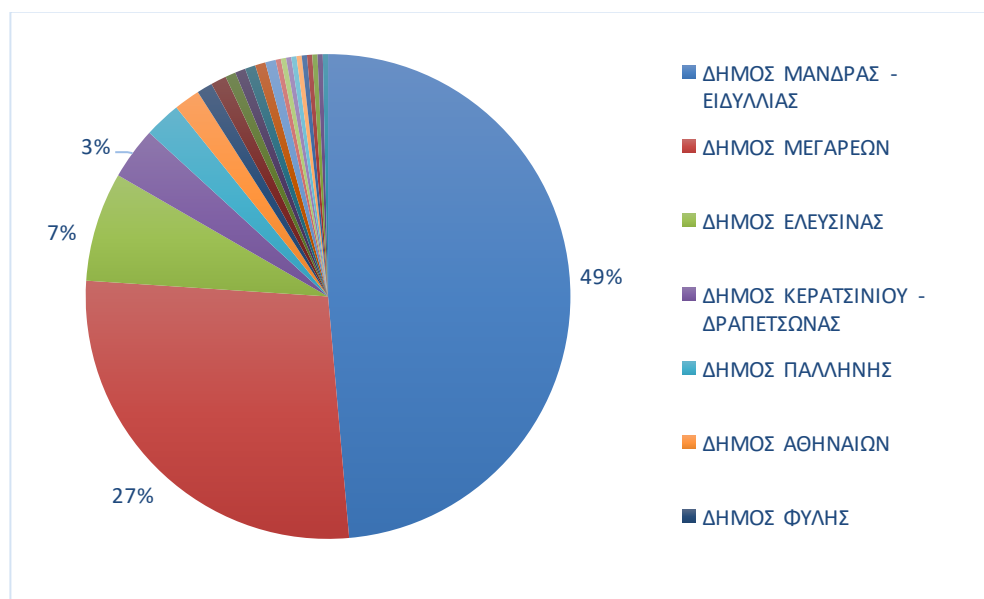
1. Στο 39ο χλμ. της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών - Κορίνθου, στην περιοχή των Μεγάρων, στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Αθήνα.



2. Στο 35ο χλμ. της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών - Κορίνθου, στη Νέα Πέραμο, στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Αθήνα.
3. Στην Παλαιά Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου, στον κόμβο διωλιστηρίων, στο ρεύμα προς Νέα Πέραμο.
4. Στον κόμβο της Μάνδρας, στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Μάνδρα.
5. Στο 4ο χιλιόμετρο της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών - Θηβών, στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Θήβα.
6. Στη διασταύρωση Μάνδρας - Μαγούλας για τις οδούς προς Θήβα.
7. Στην οδό Στρατηγού Ροκα στο ύψος του σούπερ μάρκετ Γαλαξίας, στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Μάνδρα.
8. Στην έξοδο 1 της Αττικής Οδού, στο ρεύμα προς Ελευσίνα.

Στην περιοχή της Μάνδρας οι καταστροφές ήταν ανυπολόγιστες. Εκτός από τον μεγάλο αριθμό κτηρίων, καταστημάτων και οχημάτων, μεγάλες καταστροφές υπέστησαν οι κτηριακές δομές της δημοτικής ενότητας και οι κοινόχρηστοι χώροι όπου ο μεγάλος όγκος των φερτών υλικών έκανε μέρες να απομακρυνθεί. Καταστράφηκε επίσης στο μεγαλύτερο μέρος του το δίκτυο ηλεκτροδότησης και ύδρευσης με το νερό να μην είναι πόσιμο για περίπου μία εβδομάδα. Μετά από αυτοψίες στην περιοχή της Μάνδρας και της Νέας Περάμου, ο αριθμός των κτηρίων που επλήγησαν ανήλθε περίπου στα 1.500.

Σχετικά με την κατανομή των πλημμυρικών συμβάντων της βάσης, περίπου τα μισά, συγκεκριμένα το 49% των συμβάντων, εμφανίζεται στο δήμο Μάνδρας – Ειδυλλίας, το 27% στο δήμο Μεγαρέων και το 7% στο δήμο Ελευσίνας.

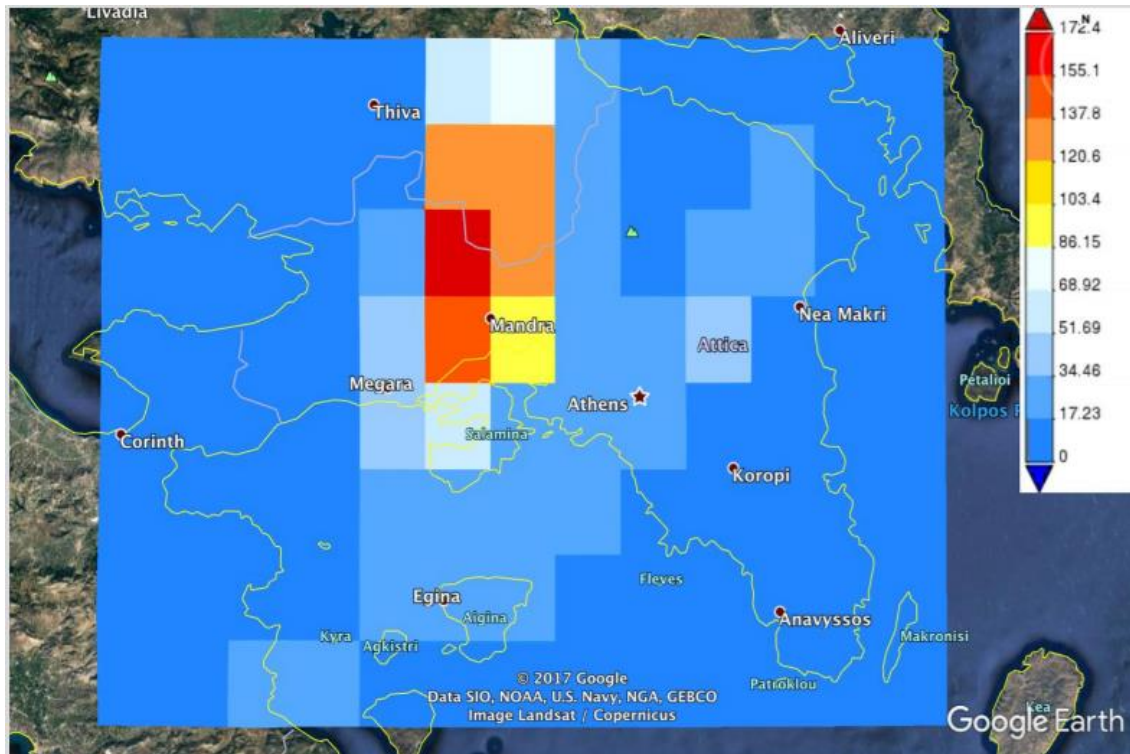


Σχήμα 4.15: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 15-18/11/2017 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Σύμφωνα με το πρακτορείο Bloomberg, η φονική καταιγίδα στη δυτική Αττική ήταν ένα φαινόμενο τροπικού είδους που αναπτύχθηκε στα ύδατα της Μεσογείου και περιλάμβανε ένα

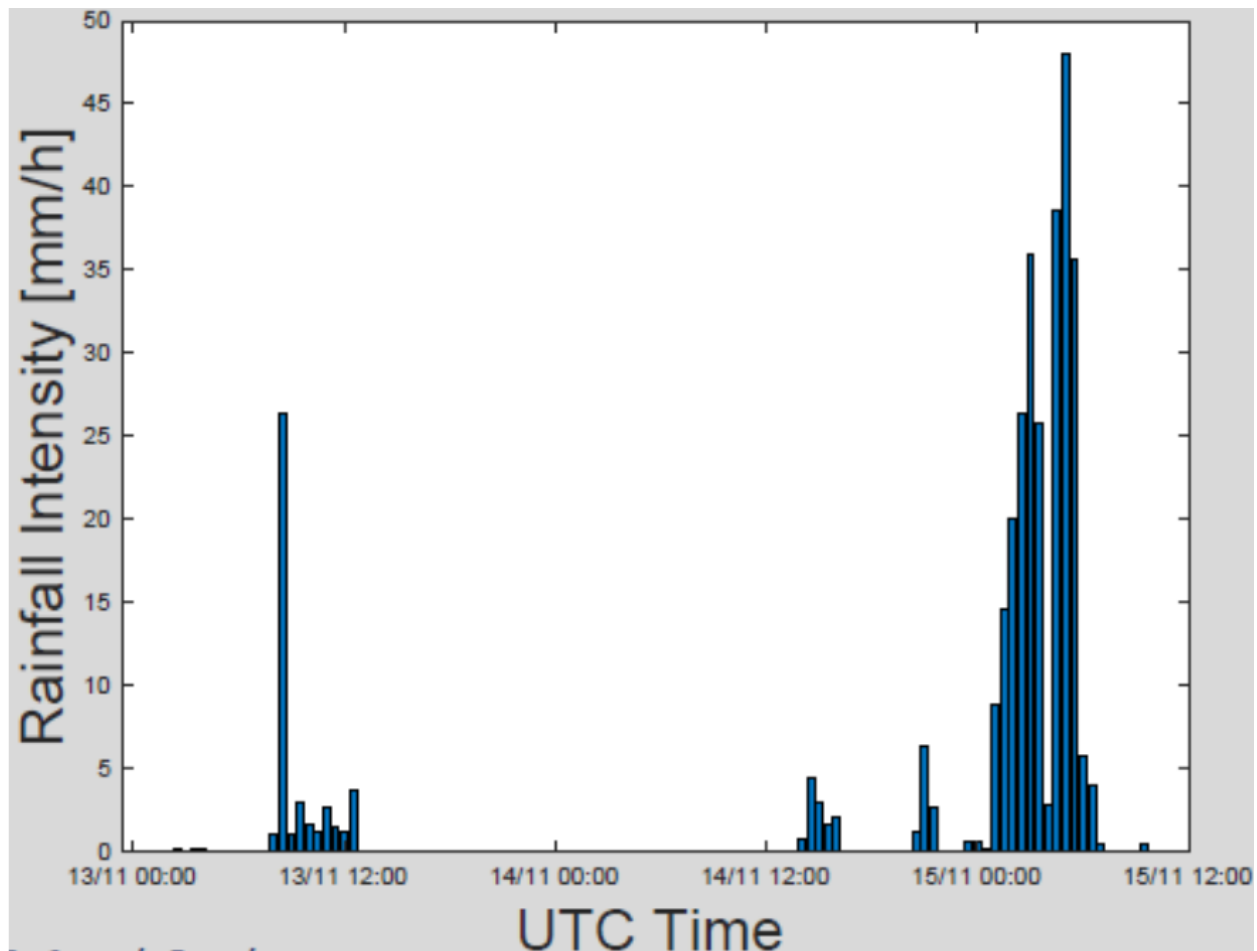
τείχος νεφών, όπως οι τυφώνες, αναφέρει η αμερικανική Υπηρεσία για τους Ωκεανούς και την Ατμόσφαιρα. Η καταιγίδα αυτή είχε τροπικά και υποτροπικά χαρακτηριστικά, ήταν δηλαδή υβριδική και ασυνήθιστη για τα σχετικά ρηγά νερά της Μεσογείου.

Κανένας από τους βροχομετρικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας δεν βρίσκεται στο σημείο που μελετάται στη συγκεκριμένη υποενότητα. Ωστόσο, το συγκεκριμένο πλημμυρικό γεγονός έχει αποτελέσει αντικείμενο σημαντικού πλήθους ερευνητικών εργασιών, των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.



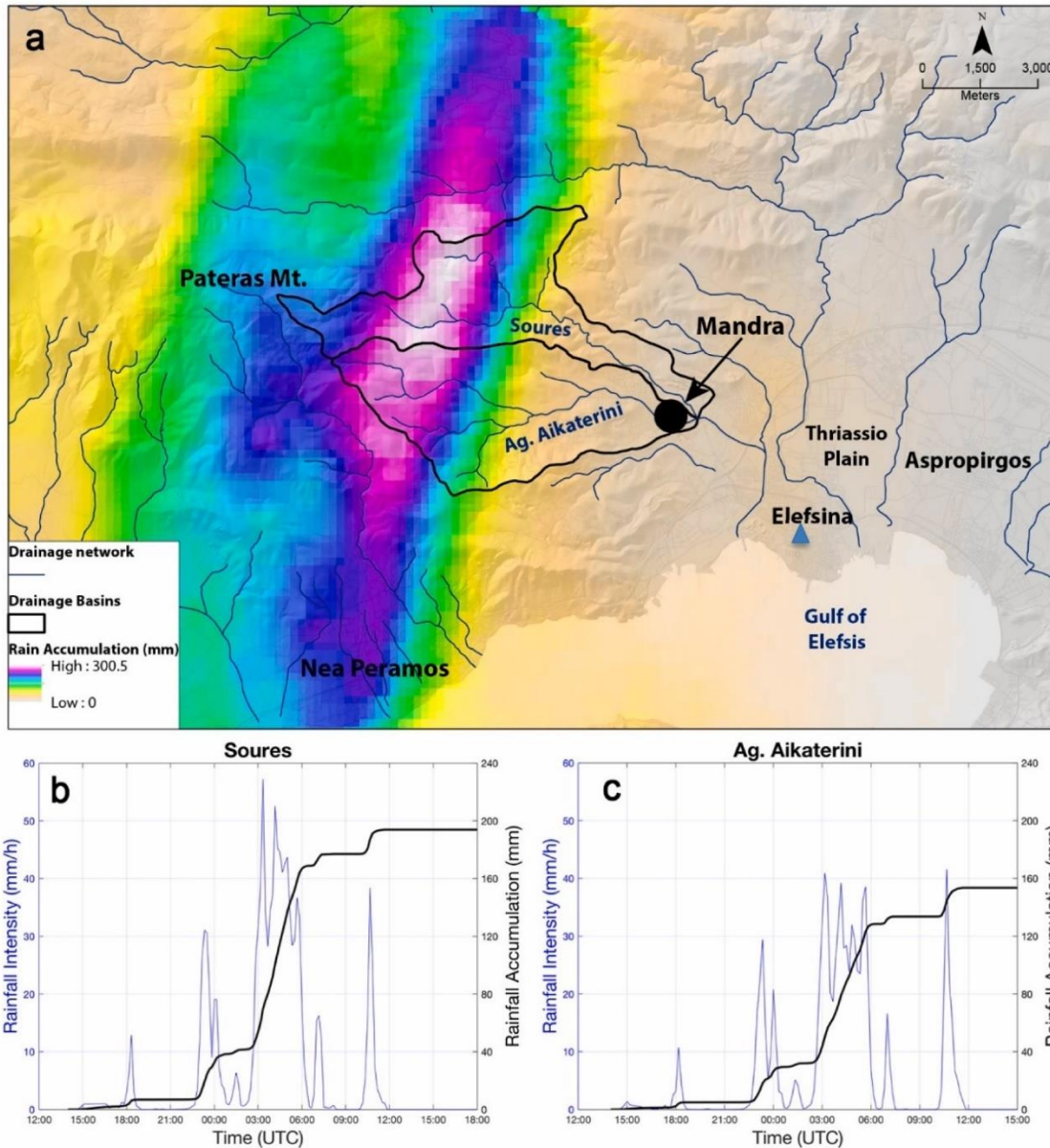
Χάρτης 4.23: Εκτίμηση βροχόπτωσης από δορυφορικές εικόνες της NASA (Πηγή: Νικολοπουλος, 2017)

Μελετώντας τον παραπάνω χάρτη 4.23 ο οποίος καταρτίστηκε χρησιμοποιώντας δορυφορικά δεδομένα από φωτογραφίες της αποστολής Global Precipitation Measurement της NASA, η χωρική εξάπλωση της καταιγίδας όσον αφορά την ένταση της βροχόπτωσης παρουσιάζεται περιορισμένη. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι πεδινές εκτάσεις δέχθηκαν σημαντικά μικρότερα ποσά βροχής σε σχέση με τις πιο ορεινές. Εκτιμάται ότι οι κάτοικοι των περιοχών που επλήγησαν βίωσαν πολύ μικρότερη ένταση βροχής από αυτή που έπεσε στα ορεινά και οδήγησε στη σημαντική απορροή των ρεμάτων.



Σχήμα 4.16: Χρονική κατανομή της βροχόπτωσης στις 14-15/11/2017 στην περιοχή των ρεμάτων «Σούρες» και «Αγία Αικατερίνη» (Πηγή: Nikolopoulos, 2017)

Το παραπάνω γράφημα, 4.15, προέκυψε χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του υπολογισμού της βροχόπτωσης του IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM), που βασίζεται στην αποστολή της NASA για τη μέτρηση της παγκόσμιας βροχόπτωσης της (NASA Global Precipitation Measurement). Από τη μελέτη του εν λόγω γραφήματος προκύπτει ότι η καταιγίδα που προκάλεσε την καταστροφική πλημμύρα στην δυτική Αττική, είχε σύντομη διάρκεια και έντονα τοπικά ένταση κατακρημνισμάτων. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, η περιοχή ανάντη της Μάνδρας δέχθηκε 150 mm βροχόπτωσης μέσα σε περίπου 7 ώρες, μια ποσότητα που αντιστοιχεί περίπου στο 40% της ετήσιας βροχόπτωσης της περιοχής.



Χάρτης 4.24: Συνολικό ύψος βροχής πάνω από τις λεκάνες των ρεμάτων «Σούρες» και «Αγία Αικατερίνη» (a) με απεικόνιση της έντασης και του συνολικού ύψους βροχής για κάθε μία από αυτές (b,c) (Πηγή: Diakakis et al., 2018)

Σύμφωνα με την παραπάνω απεικόνιση που δημιουργήθηκε χρήση μετρήσεων από ραντάρ (XPOL) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, η λεκάνη του ρέματος «Σούρες» συγκέντρωσε 194 mm συνολικό ύψος βροχής ενώ η το αντίστοιχο ύψος για τη λεκάνη του ρέματος της Αγίας Αικατερίνης ανήλθε στα 153mm. Για να γίνει αντιληπτό πόσο ακραία ήταν τα μεγέθη του συγκεκριμένου φαινομένου, από τις όμβριες καμπύλες της Μάνδρας και της Ελευσίνας προκύπτει περίοδος επαναφοράς μεγαλύτερη των 500 ετών (Diakakis et al., 2018).

Μια ιδιαίτερα εμπειριστατωμένη μελέτη έχει δημοσιευθεί το 2017 στο Newsletter του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων», η οποία εξηγεί αναλυτικά το πώς ακριβώς προκλήθηκε το συγκεκριμένο τόσο μεγάλης κλίμακας πλημμυρικό γεγονός.

Πιο συγκεκριμένα, το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης, το οποίο εκφορτίζει το νότιο ορεινό τμήμα της λεκάνης ανάντη της Μάνδρας και καταλήγει στο δυτικό όριο του οικισμού, κατά τη διάρκεια της ακραίας βροχόπτωσης ανέκτησε μεγάλο πλάτος ζώνης πλημμύρας κατευθυνόμενο προς τον οικισμό. Πριν την είσοδο του ρέματος στον οικισμό, μεγάλος όγκος αδρομερών που μεταφέρθηκαν από τα ορμητικά νερά της βροχής, αποτέθηκαν στην πορεία προς τον οικισμό λόγω χαμηλής κλίσης και τεχνητών εμποδίων. Αυτό έκανε το πλάτος πλημμύρας ακόμα μεγαλύτερο διότι κατέστη πιο δύσκολη η ομαλή ροή του νερού. Κατά την είσοδό του στον οικισμό, το νερό μαζί με τη λάσπη υψηλής διαβρωτικής ενέργειας που μετέφερε, εγκλωβίστηκε στο στενό οδικό δίκτυο, με κάθε εμπόδιο που βρίσκει στο δρόμο του να προκαλεί και άνοδο της στάθμης. Παρόμοια ήταν η αλληλουχία των γεγονότων και στο ρέμα Σούρες που ρέει ανατολικά του οικισμού.

Το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης συμβάλλει στο ρέμα Σούρες στα νοτιοανατολικά του οικισμού. Το ίδιο συνέβη στην προκειμένη περίπτωση και στις πλημμυρικές απορροές που δημιουργήθηκαν. Στη συμβολή των δύο ρεμάτων υπάρχει τεχνικό έργο παροχέτευσης το οποίο όμως δεν στάθηκε ικανό να διοχετεύσει την ποσότητα του νερού. Σε αυτό συνέβαλαν και τα φερτά αντικείμενα που εγκλωβίστηκαν στην είσοδό του. Το κύριο τμήμα της πλημμυρικής απορροής απομακρύνθηκε από τη διαμορφωμένη κοίτη του Σούρες και κινήθηκε με μεγάλη ταχύτητα την Παλιά Εθνική Οδό Ελευσίνας Θηβών, πλημμυρίζοντας τη Βιομηχανική Περιοχή Μάνδρας.

Στη συνέχεια η πλημμυρική απορροή εγκλωβίστηκε από την Αττική Οδό και τα τοιχεία της ΒΙΠΕ Μάνδρας, και παροχετεύθηκε κάτω από τον ανισόπεδο κόμβο με τον Ε962. Μετέπειτα η πλημμυρική απορροή εγκλωβίζεται άλλη μία φορά ανάντη της Εθνικής Οδού και πλημμυρίζει το ανατολικό κομμάτι του ανισόπεδου κόμβου. Τκομμάτι της πλημμυρικής απορροής που συνέχισε να κινείται ανατολικά στο ρέμα Σούρες υπερχείλισε προς τη ΒΙΠΕ και παροχετεύθηκε κάτω από την Αττική Οδό. Στη συνέχεια συμβάλλει με το Κατερίνι και, μέσω τεχνικού έργου, τα νερά τους απάγονται στο Σαρανταπόταμο και καταλήγουν στην περιοχή της Χαλυβουργικής προκαλώντας και εκεί προβλήματα.

Τέλος, στην παράκτια ζώνη της Νέας Περάμου, λόγω του εγκλωβισμού αδρομερών φερτών υλικών στα τεχνικά έργα και της ύπαρξης μεγάλων υποδομών κάθετα στην πορεία του νερού, οι πλεονάζουσες ποσότητες νερού και αργιλοϊλύος υπερχειλίζουν και κινούνται παράλληλα με την πρώην φυσική κοίτη, εισβάλλοντας τελικά στον αστικό ιστό και προκαλώντας μεγάλες καταστροφές.

Η παραπάνω πορεία του νερού των σφοδρών καταιγίδων, όπως περιεγράφηκε παραπάνω, παρουσιάζεται στις εικόνες που ακολουθούν.



Ένα μεγάλο ποσό αδρομερών υλικών αποτίθεται πριν εισέλθει στον οικισμό λόγω χαμηλής κλίσης και τεχνητών εμποδίων.

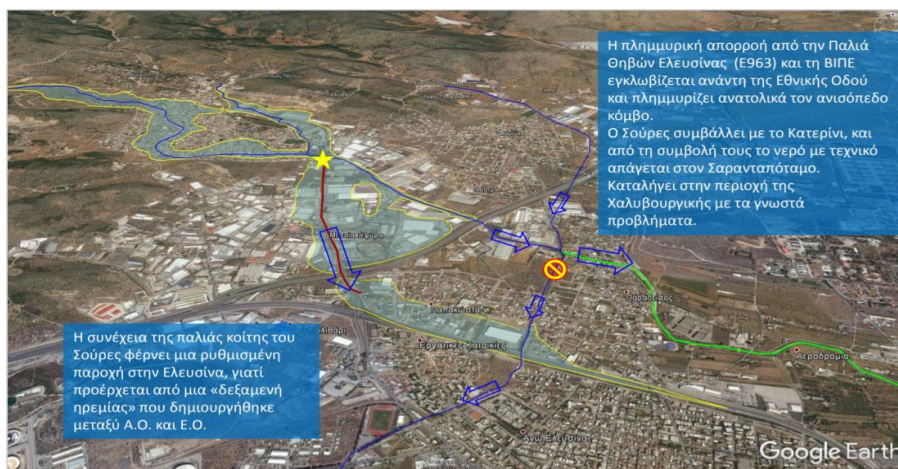


Στον οικισμό εισέρχεται μια ροή λάσπης με υψηλή διαβρωτική ενέργεια. Εγκλωβίζεται στο στενό οδικό δίκτυο. Σε κάθε εμπόδιο στην κατεύθυνση της ροής, ανυψώνεται η στάθμη.

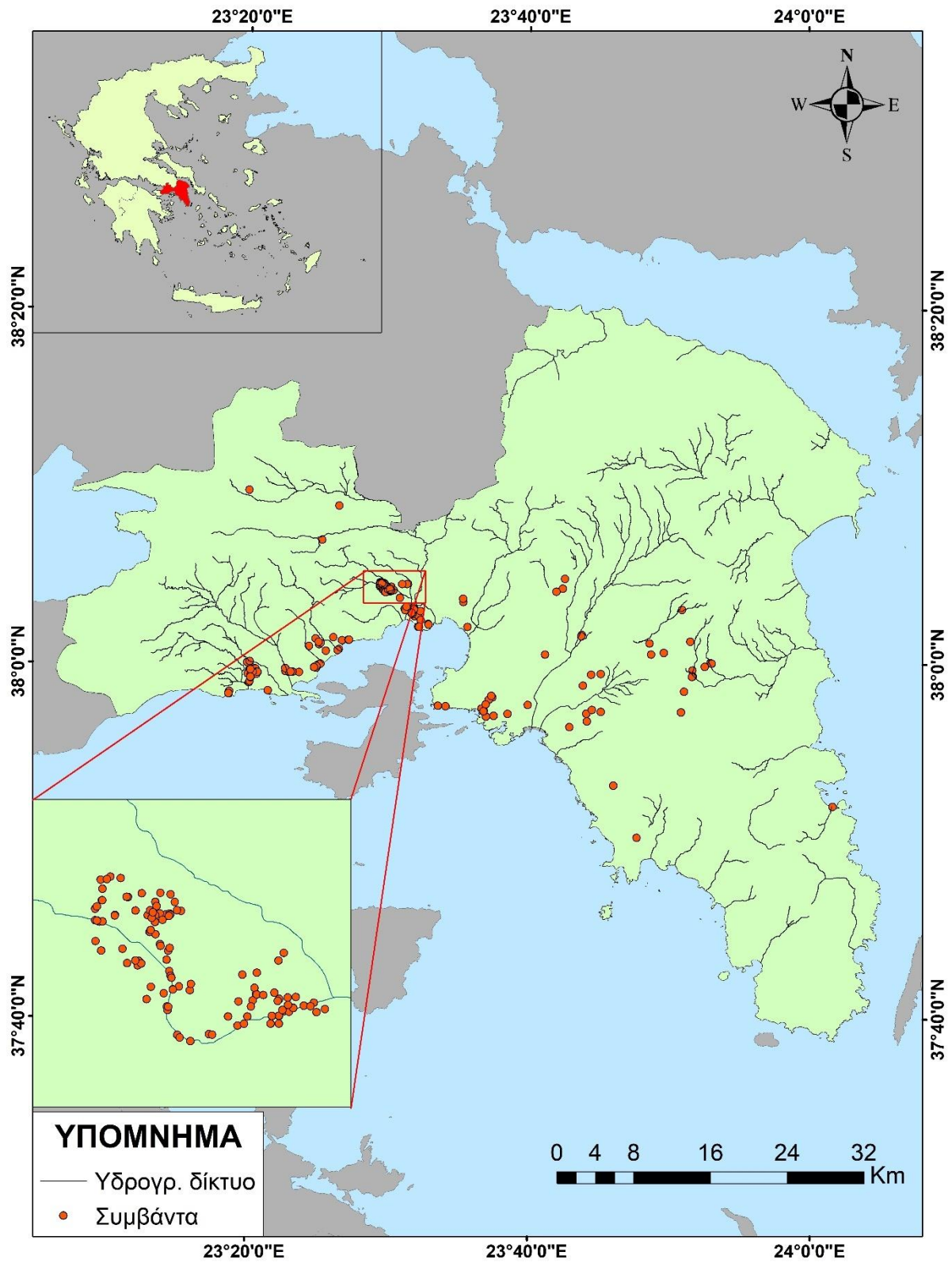


Το ρέμα Αγ. Αικατερίνης συμβάλλει στο ρ. Σούρες νοτιοανατολικά του οικισμού. Το ίδιο συνέβη με τις πλημμυρικές απορροές.

Google Earth



Σχήμα 4.17: Απεικόνιση πορείας εκδήλωσης του πλημμυρικού γεγονότος στη Μάνδρα στις 15/11/2017 (Πηγή: Newsletter ΠΜΣ «Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων», 2017)



Χάρτης 4.25: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 15-18/11/2017  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



#### 4.2.13: 26-27/6/2018 – Δυτική Αττική (Μάνδρα, Μέγαρο, Ελευσίνα)

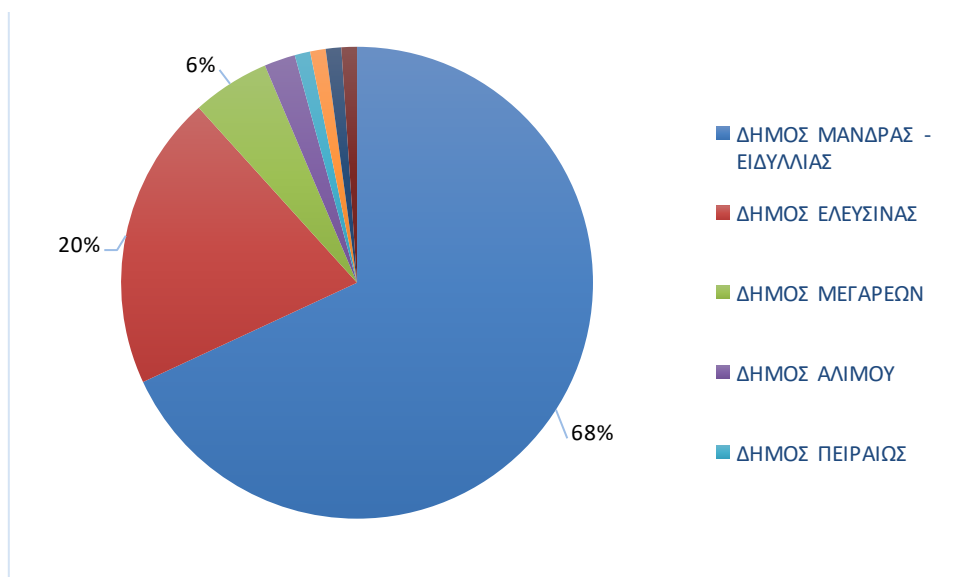
Πολλαπλά προβλήματα δημιουργήθηκαν στην Αττική εξ αιτίας έντονων βροχοπτώσεων που έπληξαν την Αττική, και συγκεκριμένα το δυτικό της τμήμα στις 26-27 Ιουνίου 2018. Πολλοί δρόμοι στη Νέα Πέραμο, τη Μάνδρα και τα Μέγαρο πλημμύρησαν από τα νερά της καταιγίδας.

Η κυκλοφορία των οχημάτων διεκόπη για μερικές ώρες σε τμήματα κεντρικών οδικών αρτηριών της ευρύτερης περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, η κυκλοφορία διεκόπη σε τμήματα της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών – Θηβών, της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου, της Νέας Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου, στην έξοδο «Μάνδρα» της Αττικής Οδού, στις οδούς Κοροπούλη και Ρόκα στη Μάνδρα, στην οδό Λεωνίδα Στάμου και στην οδό Καταδρομένων προς Αγία Αικατερίνη Μάνδρας.

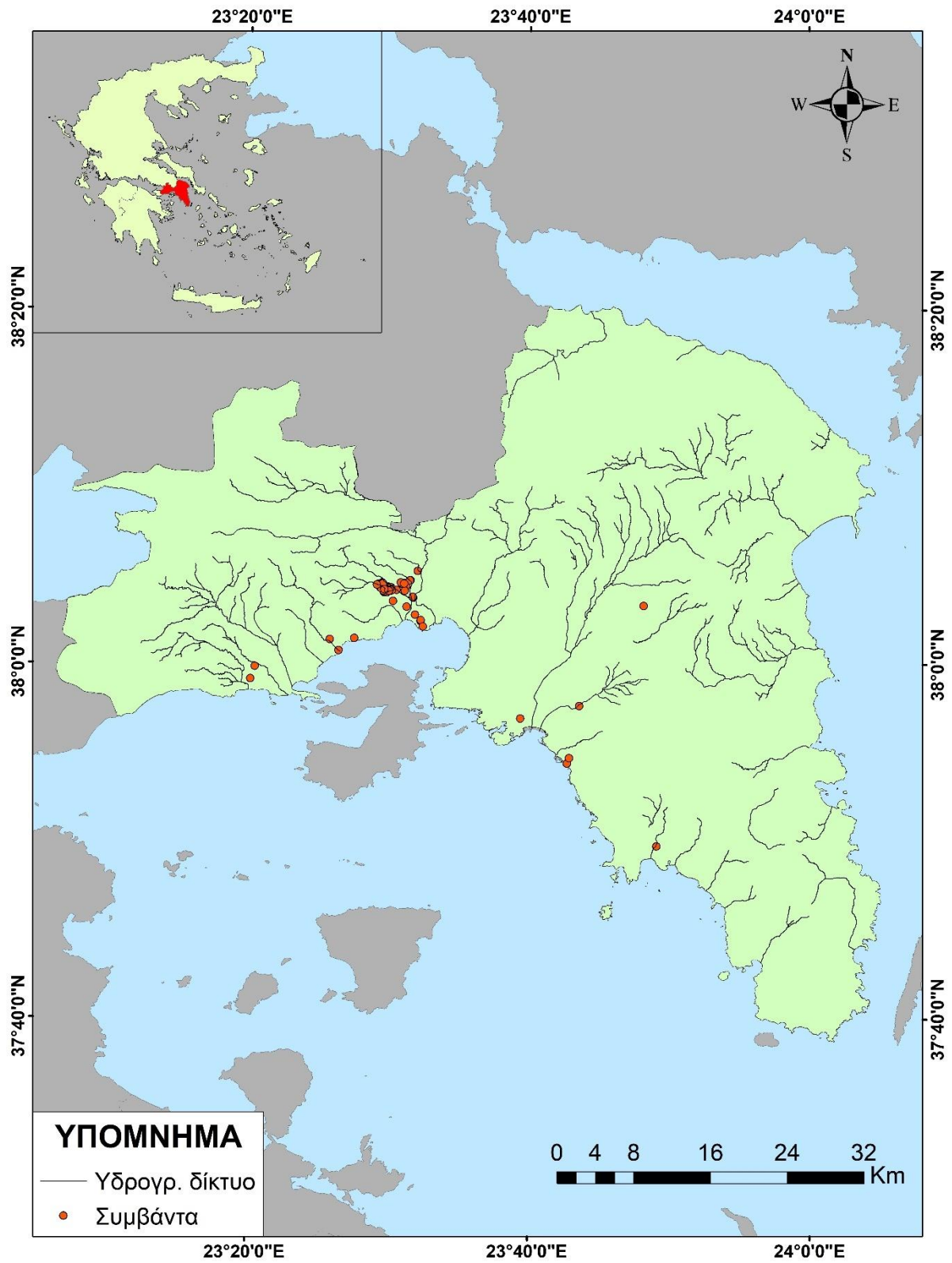
Στον κόμβο της Μάνδρας υπήρξαν και πολλοί οδηγοί των οποίων τα αυτοκίνητα είχαν παγιδευτεί από τα λιμνάζοντα νερά και εγκλωβίστηκαν εκεί. Οι πυροσβέστες χρειάστηκε να επέμβουν σε δέκα περιπτώσεις για να απεγκλωβίσουν πολίτες από αυτοκίνητα που ακινητοποιήθηκαν.

Σχετικά με την κατανομή των συμβάντων στους δήμους της Αττικής, ο δήμος Μάνδρας – Ειδυλλίας συγκεντρώνει το 68% επί του συνόλου. Σημαντικά ποσοστά εμφανίζουν και οι δήμοι Ελευσίνας και Μεγαρέων, που επίσης βρίσκονται στη δυτική Αττική, με 20% και 6% αντίστοιχα.

Όσον αφορά στα ύψη βροχής του συγκεκριμένου πλημμυρικού συμβάντος, στον κοντινότερο βροχομετρικό σταθμό, αυτόν της Ελευσίνας, το ύψος βροχής που καταγράφηκε ανήλθε στα 45,8 mm.



Σχήμα 4.18: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 26-27/6/2018 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.26: Κατανομή πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 26-27/6/2018  
(Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

#### 4.2.14: 26-29/7/2018 – Βόρεια προάστια Αθήνας

Ένα ακόμα μεγάλο πλημμυρικό γεγονός έλαβε χώρα στην Αττική το καλοκαίρι του 2018, και συγκεκριμένα στο διάστημα 26-29 Ιουλίου. Πολλαπλά και έντονα προβλήματα παρουσιάστηκαν στα βόρεια προάστια της Αθήνας, όπως η Κηφισιά, το Μαρούσι και το Χαλάνδρι.

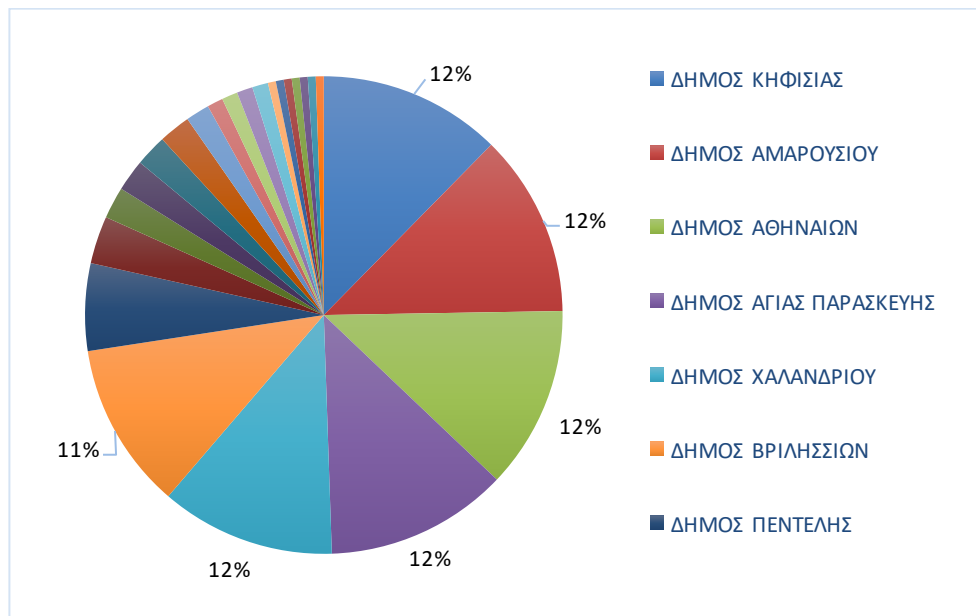
Οι δρόμοι μετατράπηκαν σε χειμάρρους παρασύροντας αυτοκίνητα, ενώ οχήματα σταθμευμένα σε υπαίθριο πάρκινγκ στην οδό Κονίτσης, πίσω από την παλιά ΗΒΗ, βυθίστηκαν στο νερό καθώς η στάθμη έφθασε το ένα μέτρο. Σημαντικό πρόβλημα εμφανίστηκε και στο νοσοκομείο Σωτηρία, όπου πλημμύρησε το υπόγειο από τα νερά της βροχής, ενώ ο δρόμος έξω από το νοσοκομείο μετατράπηκε σε ποτάμι με το νερό να φτάνει το ένα μέτρο ύψος.

Σωστικά συνεργεία της Πυροσβεστικής απεγκλώβισαν 8 άτομα από τα οχήματά τους σε Μαρούσι, Παλλήνη και Βριλήσσια.

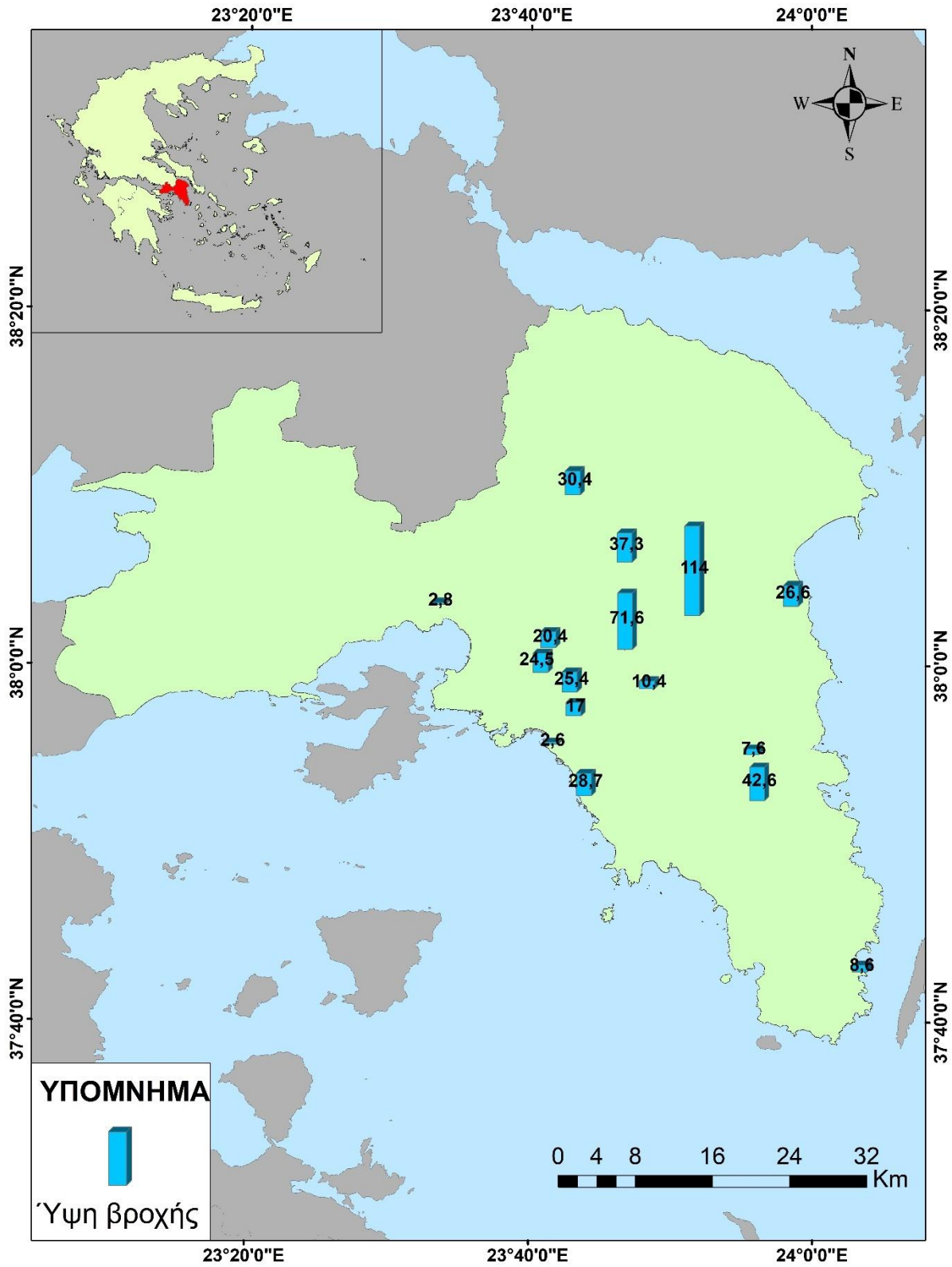
Εξαιτίας της συσσώρευσης υδάτων από την ισχυρή βροχόπτωση διεκόπη για αρκετή ώρα η κυκλοφορία των οχημάτων στη γέφυρα Ερυμάνθου στην Κηφισιά και τον παράδρομο της νέας Εθνικής Οδού Αθηνών - Λαμίας στη Νέα Ερυθραία.

Σημαντική επιβάρυνση από τα πλημμυρικά συμβάντα παρουσιάζεται σε αρκετούς δήμους των βορείων προαστίων, ιδιαίτερα στην Κηφισιά (12%), στο Μαρούσι (12%), στην Αγία Παρασκευή (12%), στο Χαλάνδρι (12%) και στα Βριλήσσια (11%). Συμβάντα εμφανίζονται και στο βόρειο κομμάτι του δήμου Αθηναίων (12%).

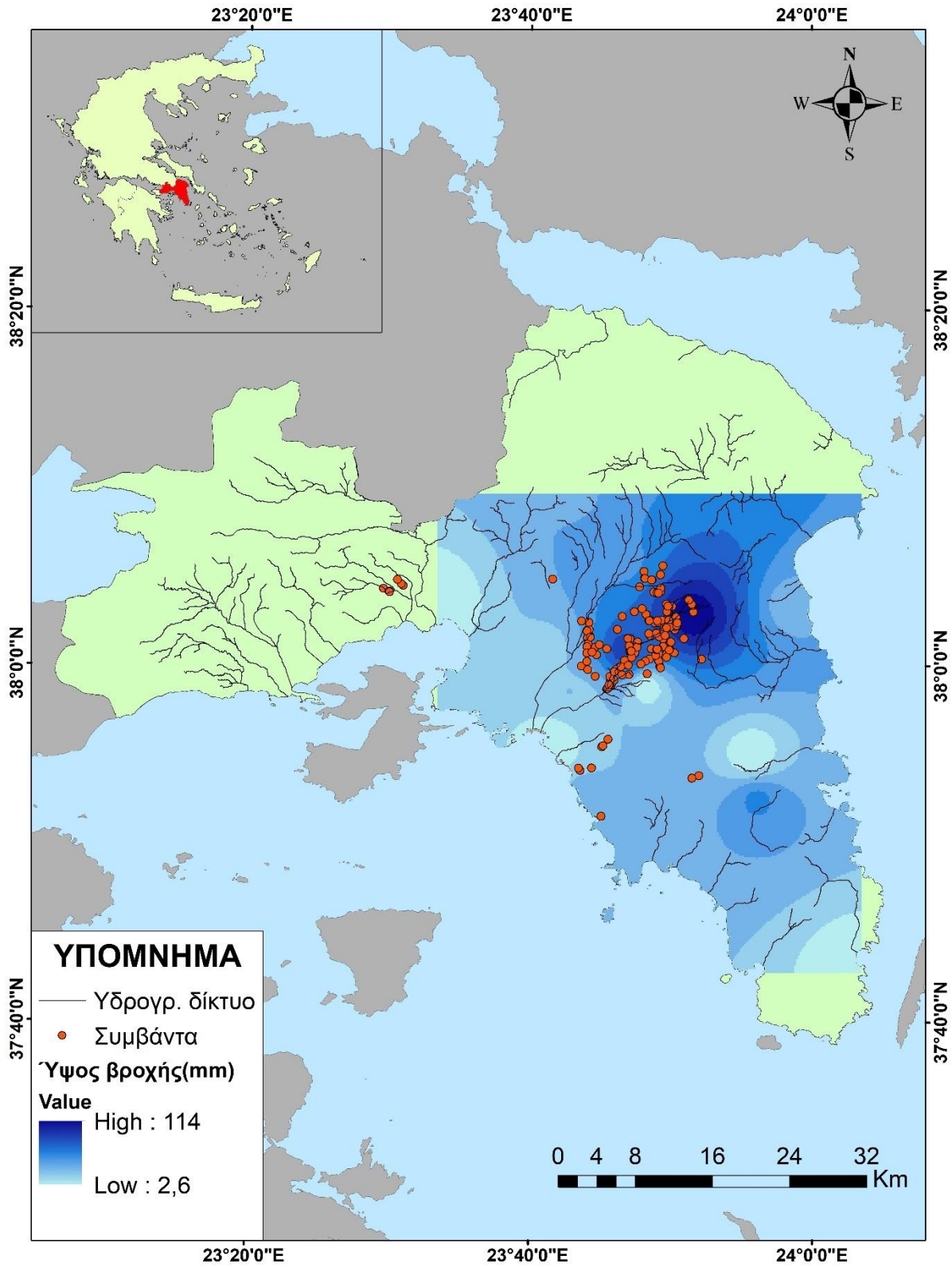
Η υψηλότερη τιμή του ύψους βροχής παρουσιάζεται στο σταθμό της Πεντέλης, με 114 mm βροχής ενώ η αντίστοιχη τιμή στο σταθμό του Ψυχικού είναι 71,6 mm.



Σχήμα 4.19: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 26-29/7/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.27: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 26-29/7/2018 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 4.28: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 26-29/7/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

#### 4.2.15: 30/9/2018 – Μέγαρο, Καλλιθέα, Ταύρος/Μοσχάτο

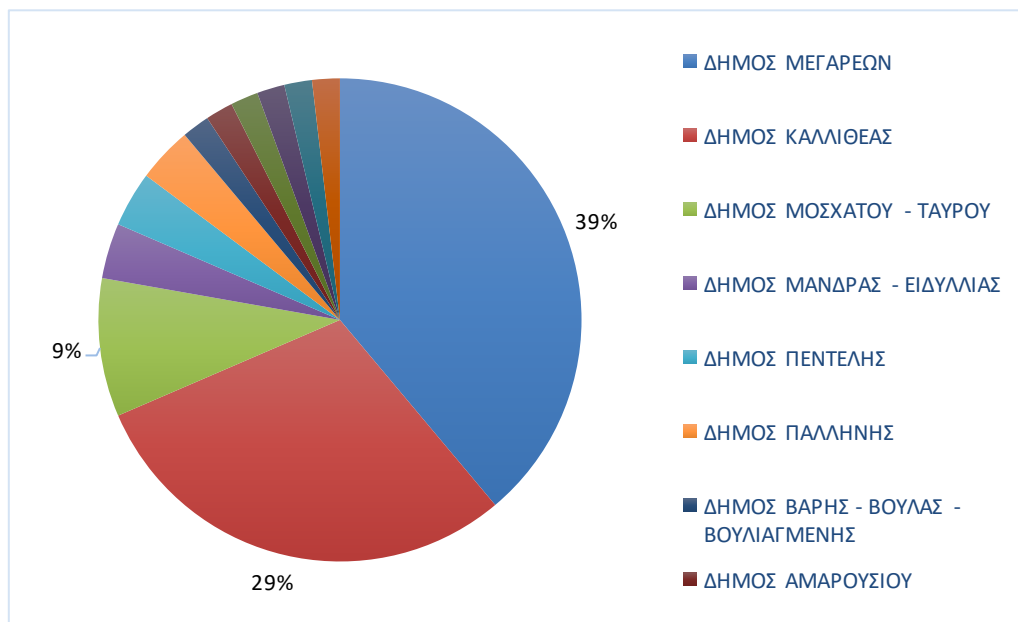
Έντονες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν στις 30 Σεπτεμβρίου 2018 προκαλώντας σημαντικά προβλήματα, με ένα φαινόμενο μεσογειακού κυκλώνα να εμφανίζεται στη χώρα και να μετακινείται από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά, πλήττοντας και την Αττική.

Η τροχαία διέκοψε την κυκλοφορία στη λεωφόρο Ποσειδώνος στο ύψος προς Πειραιά. Διακοπή κυκλοφορίας οχημάτων πραγματοποιήθηκε επίσης στην οδό Πειραιώς, από το ύψος της συμβολής με την Πέτρου Ράλλη μέχρι την οδό Χαμοστέρνας. Τέλος, η κυκλοφορία διεκόπη και σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών – Κορίνθου, στην περιοχή της Κινέτας.

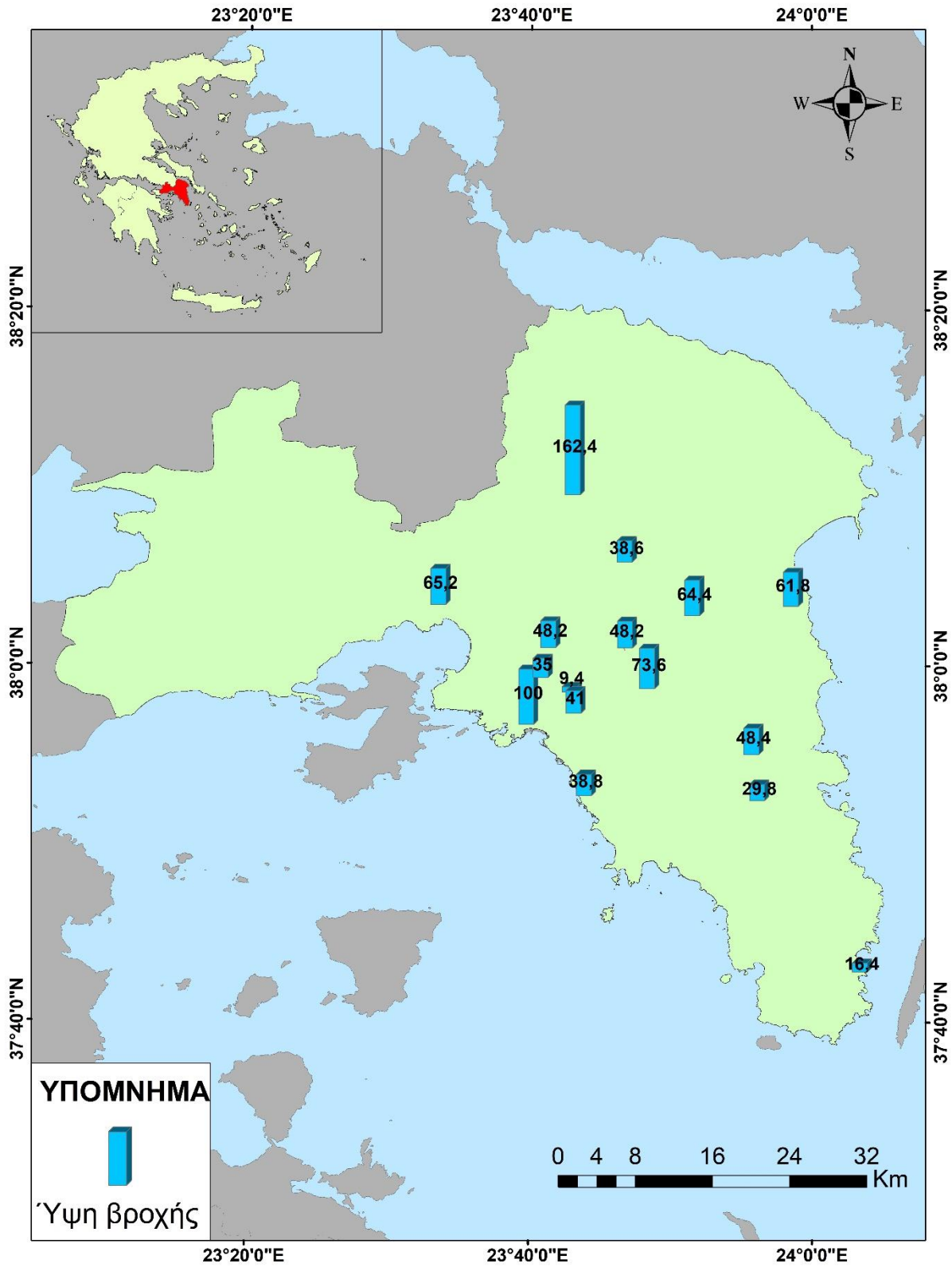
Σημαντικό αριθμό κλήσεων έλαβε η Πυροσβεστική για πτώσεις δέντρων. Επίσης απαγορεύτηκε προληπτικά ο απόπλους από το λιμάνι του Πειραιά, ενώ έκλεισαν και σχολεία σε πολλούς δήμους. Τέλος, για μερικές ώρες υπήρξαν προβλήματα με την ηλεκτροδότηση στην Καλλιθέα και σε άλλους δήμους. (Τα Νέα, 2018)

Από την κατανομή των πλημμυρικών συμβάντων στους δήμους της Αττικής προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό έλαβε χώρα στο δήμο Μεγαρέων, όπου εμφανίζεται το 39% των συμβάντων. Επίσης, το 29% των συμβάντων εντοπίζεται στο δήμο Καλλιθέας και 9% στο δήμο Μοσχάτου – Ταύρου με τον οποίο συνορεύει.

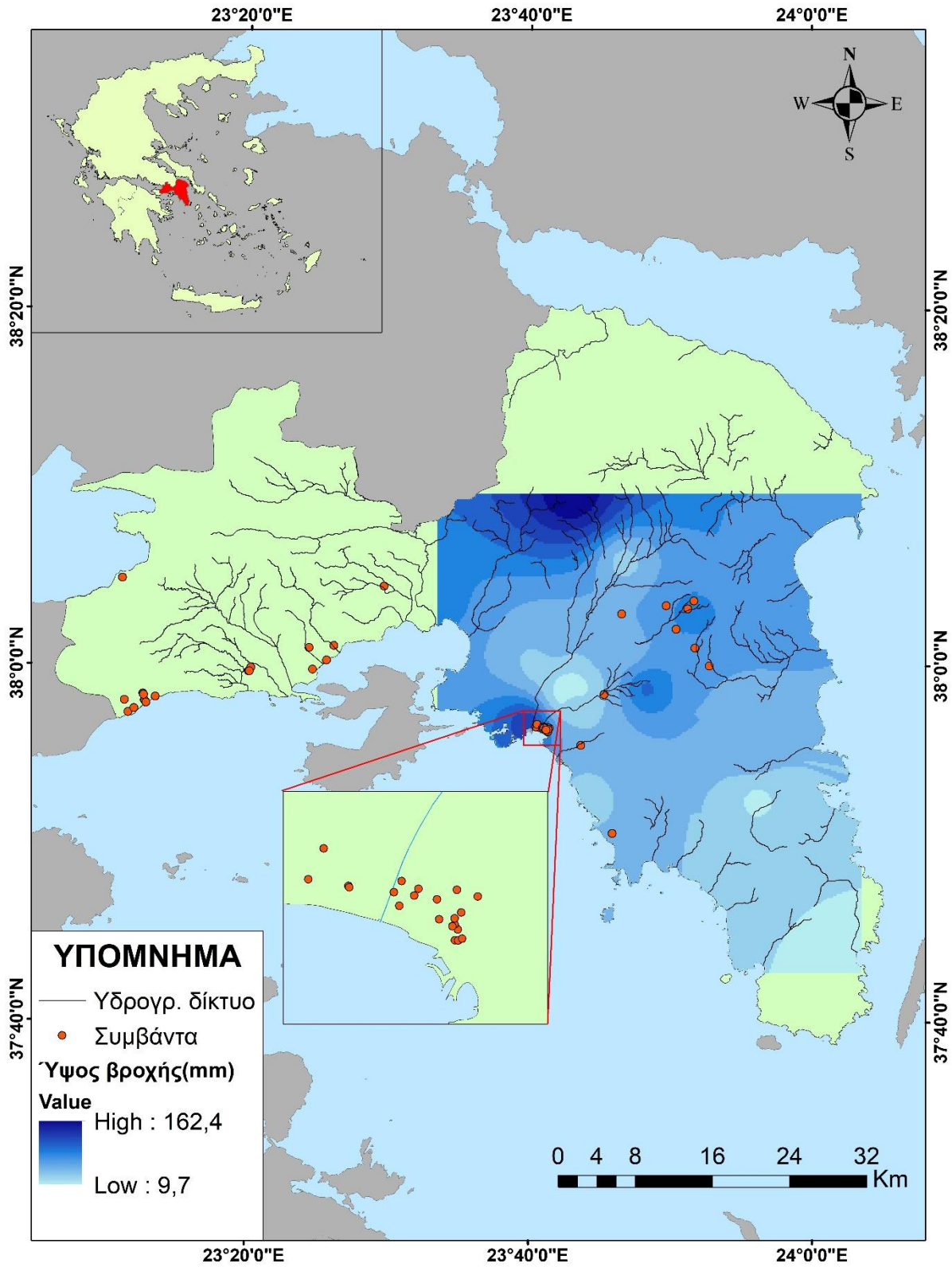
Όσον αφορά στα ύψη βροχής που καταγράφηκαν από τους βροχομετρικούς σταθμούς, οι υψηλότερη τιμή σημειώνεται στο σταθμό της Πάρνηθας, όπου το ύψος βροχής ανήλθε στα 162,4 mm. Υψηλή τιμή καταγράφηκε και στο σταθμό του Πειραιά, όπου το ύψος βροχής ανήλθε στα 100 mm.



Σχήμα 4.20: Κατανομή συμβάντων στους δήμους της περιοχής μελέτης κατά το γεγονός της 30/9/2018 (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 4.29: Καταγεγραμμένα ύψη βροχής από τους βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή μελέτης στις 30/9/2018 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



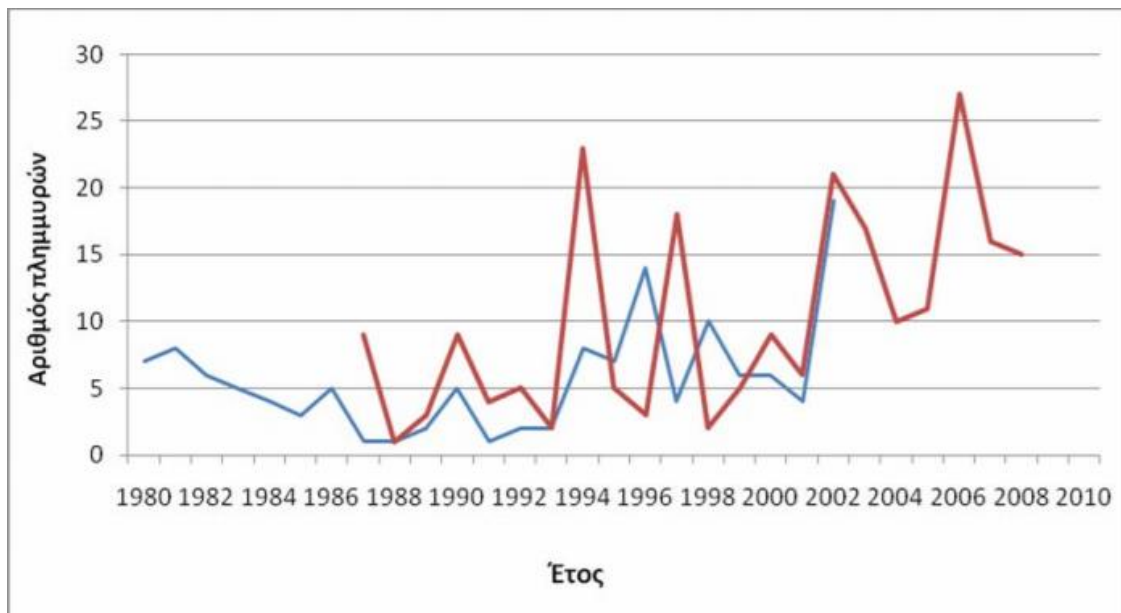
Χάρτης 4.30: Κατανομή βροχής και πλημμυρικών συμβάντων στην περιοχή μελέτης στις 30/9/2018 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



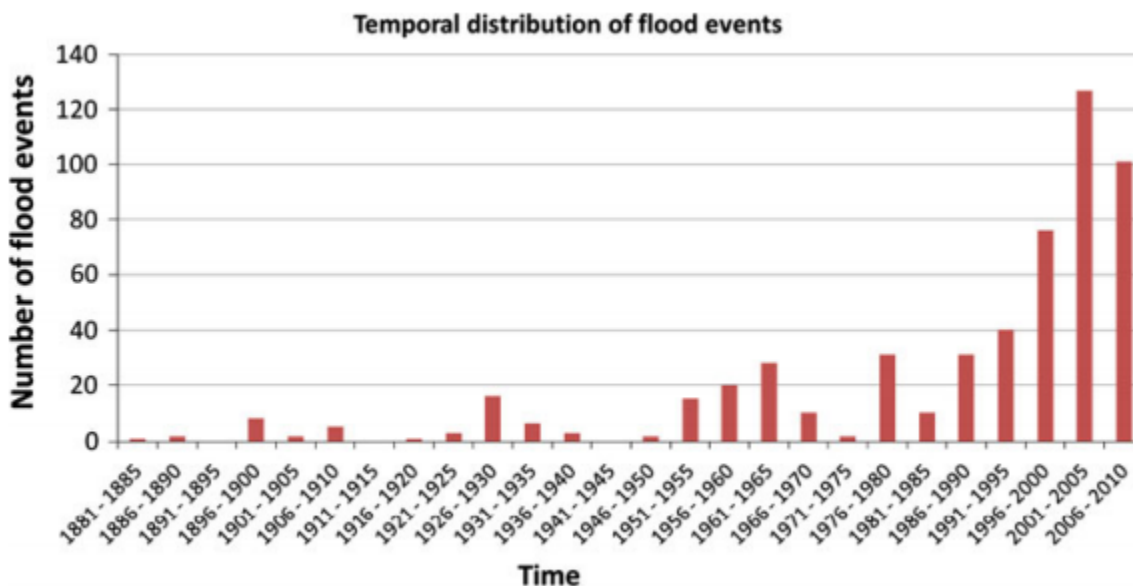
## 5. Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις – Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Η ανάλυση και η έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε όλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας, οδήγησε σε αποτελέσματα από τα οποία μπορούν να προκύψουν σημαντικές παρατηρήσεις και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα. Σημαντική είναι, επίσης η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών αλλά και η σύγκρισή τους με αποτελέσματα άλλων σχετικών ερευνητικών εργασιών.

Σε ό, τι αφορά την χρονική κατανομή των συμβάντων, παρατηρείται, εντός του διαστήματος 2006-2018 το οποίο μελετάται, μια μικρή αύξηση τόσο ως προς τον αριθμό των πλημμυρικών συμβάντων που εκδηλώνονται, όσο και ως προς τη συχνότητα των μεγάλης κλίμακας πλημμυρικών γεγονότων. Η αύξηση αυτή φαίνεται να συμφωνεί με την τάση για αύξηση των πλημμυρών στον ελλαδικό χώρο, όπως παρουσιάζεται από αποτελέσματα άλλων ερευνών. Πιο συγκεκριμένα, από τα στοιχεία που δημοσιεύονται από τους Stathis (2004), Matakou (2009) και Diakakis et al. (2012) προκύπτει μια σταδιακή αύξηση των πλημμυρικών φαινομένων κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Τα διαστήματα που μελετώνται στα συγκεκριμένα ερευνητικά έργα, περιλαμβάνουν και περιόδους όπου τα αρχεία καταγραφής πλημμυρών εμφανίζουν σημαντικές ελλείψεις. Δεδομένης αυτής της αβεβαιότητας, δεν μπορεί να εξακριβωθεί το κατά πόσο η αύξηση που φαίνεται να υπάρχει οφείλεται εν μέρει και στην έλλειψη που παρουσιάζει το αρχείο τις περασμένες δεκαετίες. Συνεπώς, με τα υπάρχοντα στοιχεία η αύξηση αυτή δεν μπορεί να αντιστοιχηθεί σε οποιαδήποτε φυσική τάση. Το διάστημα που μελετάται στην παρούσα εργασία είναι αρκετά μικρότερο, ωστόσο η καταγραφή παρουσιάζει αισθητά μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας.



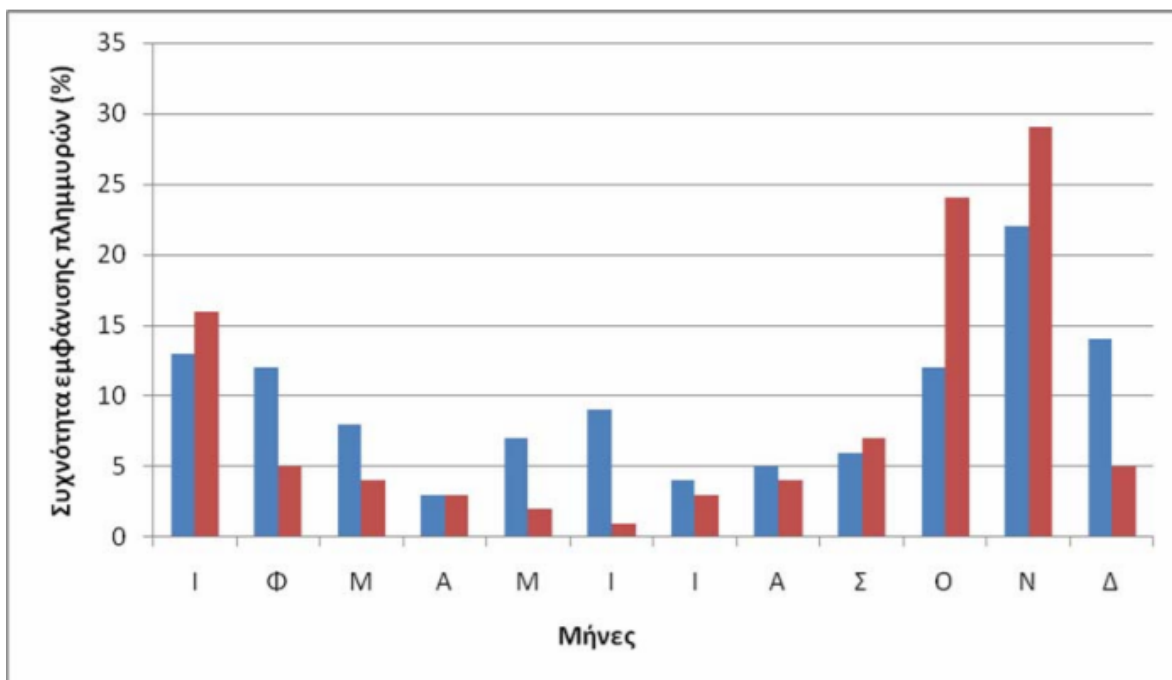
Σχήμα 5.1: Αριθμός πλημμυρών ανά έτος για την περίοδο 1980-2002 στην Ελλάδα (Πηγή: Stathis, 2004 -μπλε γραμμή, Matakou, 2009-κόκκινη γραμμή)



Σχήμα 5.2: Χρονική κατανομή πλημμυρών ανά 5ετία (Πηγή: Diakakis et al., 2012)

Σε ό, τι σχετίζεται με την εποχικότητα των πλημμυρών, φαίνεται ότι αυτές παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα, καθώς το μεγαλύτερο μέρος των συμβάντων (42%) λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, ενώ σημαντικό μέρος (34%) εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Αναφορικά με την μηνιαία κατανομή τους, ο Φεβρουάριος είναι ο μήνας όπου σημειώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό συμβάντων και ακολουθούν ο Οκτώβριος και ο Νοέμβριος. Αξίζει να αναφερθεί ότι τους καλοκαιρινούς μήνες έχει καταγραφεί μεγαλύτερο ποσοστό συμβάντων από ό, τι στους μήνες της άνοιξης. Εξετάζοντας μάλιστα το πώς κατανέμονται τα πλημμυρικά γεγονότα μεγάλης κλίμακας παρατηρούμε ότι τους καλοκαιρινούς μήνες σημειώνονται τρία περιστατικά ενώ την άνοιξη μόλις ένα. Τους μήνες αυτούς, λόγω των ιδιομορφιών του κλίματος της Μεσογείου, παρατηρούνται καιρικά φαινόμενα κατά τα οποία θερμές αέριες μάζες στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας συνδυάζονται με κρύες αέριες μάζες στα ανώτερα στρώματα με συνέπεια να προκαλείται ανισορροπία, η οποία οδηγεί στην εκδήλωση έντονων καταιγίδων και αιφνίδιων πλημμυρών. Οι πλημμύρες αυτές είναι συνήθως τοπικού χαρακτήρα, έχοντας ωστόσο αρκετά καταστροφικές συνέπειες.

Τα στοιχεία όσον αφορά την κατανομή σε επίπεδο εποχών συμφωνούν με τα αντίστοιχα στοιχεία που δημοσιεύονται στα ερευνητικά έργα που αναφέρθηκαν παραπάνω, όπου το φθινόπωρο παρουσιάζεται ως η εποχή με τα περισσότερα πλημμυρικά γεγονότα και τον χειμώνα να ακολουθεί. Παρουσιάζονται ωστόσο κάποιες διαφοροποιήσεις όσον αφορά την κατανομή στους μήνες του έτους, όπου ο Νοέμβριος και ο Οκτώβριος εμφανίζονται ως οι μήνες με το μεγαλύτερο ποσοστό περιστατικών, ενώ από τους χειμερινούς μήνες αυτός που εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό περιστατικών είναι ο Ιανουάριος. Κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητα παράδοξο, διότι η βάση της παρούσας εργασίας αφορά τα πλημμυρικά συμβάντα σε επίπεδο χώρων που πλημμύρησαν, και όχι πλημμύρες μεγάλης κλίμακας, με βάση την οποία έχουν καταρτιστεί οι κατάλογοι των εν λόγω ερευνών.



Σχήμα 5.3: Κατανομή πλημμυρών στους μήνες του έτους (Πηγή: Stathis, 2004 -μπλε σειρά, Matakou, 2009-κόκκινη σειρά)

Σε ό, τι αφορά την χωρική κατανομή των πλημμυρών, σημειώνεται πλήθος τμημάτων της περιοχής μελέτης τα οποία εμφανίζουν σημαντική επιβάρυνση από τα φαινόμενα της πλημμύρας.

Έντονα προβλήματα πλημμυρών παρατηρούνται σε πολλά σημεία της λεκάνης του Κηφισού. Έντονη πυκνότητα και υψηλή επαναληψιμότητα πλημμυρικών συμβάντων παρουσιάζεται στο δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου, ιδιαίτερα στους δήμους Αχαρνών και Περιστερίου αλλά και σε σημεία των δήμων Φυλής, Καματερού, Ιλίου και Χαϊδαρίου. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από έλλειψη συστηματικών αντιπλημμυρικών έργων και συστήματος ομβρίων υδάτων, και από πλημμυρή καθαρισμό και διευθέτηση ρεμάτων. Σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου Αθήνας το 2010, στο σύνολο της περιοχής τα ανοικτά ρέματα είναι σήμερα πολύ περιορισμένα λόγω των έργων που έγιναν στις φυσικές κοίτες των ρεμάτων ή σε δρόμους που υπήρχαν κοντά σε αυτές και οδήγησε στην πλήρη κάλυψή τους. Τα σημαντικότερα ρέματα που χρειάζονται διευθέτηση είναι τα ρέματα Ευπηρίδων και Εσχατιάς σε Καματερό και Αγίους Αναργύρους και το Χαϊδαρόρεμα στο Χαϊδάρι και το Περιστερί (Λέκκας, 2010). Στην περιοχή των Άνω Λιοσίων-Ζεφυρίου το ρέμα της Εσχατιάς πλημμυρίζει κατ' εξακολούθηση λόγω παρεμπόδισης της ροής στην κοίτη. Στην περιοχή του Καματερού και του Ιλίου κατά μήκος του ρέματος της Εσχατιάς έχουν κατασκευασθεί γέφυρες οι οποίες σχεδόν στο σύνολό τους είναι υποδιαστασιοποιημένες. Επιπλέον, λόγω ελλιπούς συντήρησης των πρηνών του υδρογραφικού δικτύου αυτά σε πολλές θέσεις καταρρέουν (π.χ. Ίλιον, Καματερό) μειώνοντας την διατομή των ρεμάτων. Στις θέσεις αυτές πρέπει να γίνονται τακτικοί έλεγχοι, καθαρισμοί, ανακατασκευή των πρηνών (όπου απαιτείται) και να εξετασθεί το ενδεχόμενο αύξησης της διατομής με επανασχεδίαση των γεφυρών.

Σημαντικό πρόβλημα επίσης παρουσιάζεται και στα βόρεια προάστια της Αθήνας, ιδιαίτερα στους δήμους Χαλανδρίου, Αγίας Παρασκευής, Αμαρουσίου, αλλά και σε σημεία των δήμων Βριλησίων και Νέας Ιωνίας. Τα εντονότερα προβλήματα παρουσιάζονται σε διάφορα σημεία στα ρέματα του Ποδονίφτη και του Χαλανδρίου λόγω αδυναμίας παροχέτευσης των ομβρίων υδάτων από τους αγωγούς σε έντονες καταιγίδες. Το ρέμα του Ποδονίφτη αποτελεί παραπόταμο του Κηφισού το οποίο ανάλογα με την περιοχή φέρει και το εκάστοτε τοπωνύμιο όπως ρεματια Χαλανδρίου ή ρέμα του Γκούμα στα σύνορα της Φιλοθέης με τη Νέα Ιωνία. Σημαντική συνιστώσα του προβλήματος είναι ότι δεν έχουν γίνει τα απαραίτητα έργα έργα διευθέτησης και ανύψωσης των πρηνών του ρέματος, ενώ ορισμένα σημεία του είναι μπαζωμένα. Σύμφωνα με δελτίο τύπου στον ιστότοπο <https://sosrematia.blogspot.com/> το 2013, στο ρέμα Χαλανδρίου παρατηρούνται επίσης οι εξής παράγοντες που συντελούν στο πρόβλημα:

- Ύπαρξη σωλήνων ύδρευσης χαμηλότερα από το κατάστρωμα των γεφυρών, που μειώνουν τη διατομή των οχετών με αποτέλεσμα κλαδιά και κορμοί δέντρων να συσσωρεύονται κάτω από τις γέφυρες επιτείνοντας δραματικά το πρόβλημα παροχετευτικότητας.
- Ύπαρξη στα τοιχεία των οχετών ράβδων οπλισμού που προεξέχουν και εμποδίζουν την ομαλή ροή του νερού
- Έλλειψη έργων ανάσχεσης και διαχείρισης αποθεμάτων ύδατος όπως και συγκράτησης φερτών κορμών και υλικών σε όλο το μήκος του ρέματος και ειδικά στο Χαλάνδρι, όπου το ρέμα καταλήγει σε κλειστό αγωγό
- Πλημμελής καθαρισμός του ρέματος και των οχετών από σκουπίδια και πεσμένους κορμούς σε όλο το μήκος του και η έλλειψη φροντίδας για το κλάδεμα ξερών δέντρων
- Ύπαρξη παράνομων περιφράξεων, που φτάνουν πολλές φορές μέχρι την κοίτη του ρέματος καθώς και τσιμεντοστρώσεων στον παραρεμάτιο χώρο, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ικανότητα του εδάφους να απορροφά μέρος νερού της βροχής
- Απουσία έργων για την αντιπλημμυρική προστασία και την προστασία των πρηνών του ρέματος καθώς και έργων για τη στήριξη των δέντρων τα οποία δημιουργούν ρήγματα που επιταχύνουν τη διάβρωση των πρηνών, όπως παρατηρείται στα σύνορα του Αμαρουσίου με το Χαλάνδρι
- Απουσία παραρεμάτιου μονοπατιού σε όλο το μήκος του ρέματος, και στις δύο όχθες του, που καθιστά δύσκολη την πρόσβαση και κατά συνέπεια τη συντήρηση και προστασία του ρέματος



Σχήμα 5.4: Κορμοί και μπάζα στην κοίτη του ρέματος Χαλανδρίου που παρεμποδίζουν την ομαλή ροή του νερού (Πηγή: <https://sosrematia.blogspot.com/>, 2013)

Στην κεντρική περιοχή των Αθηνών σημαντική επιβάρυνση από τα φαινόμενα της πλημμύρας φαίνεται να αντιμετωπίζει ο δήμος Αθηναίων, ιδιαίτερα στο ανατολικό του τμήμα στις περιοχές των Αμπελοκήπων, στο Κουκάκι και στα Ιλίσια. Επίσης σημαντικό πρόβλημα παρατηρείται στις περιοχές των γειτονικών δήμων Μοσχάτου και Καλλιθέας.

Στα νότια προάστια της Αθήνας υψηλή πυκνότητα και επαναληψιμότητα πλημμυρικών συμβάντων καταγράφεται στο παραλιακό μέτωπο και συγκεκριμένα σε περιοχές του Αλίμου, του Παλαιού Φαλήρου και της Γλυφάδας, τα οποία οφείλονται στην εκτεταμένη οικιστική ανάπτυξη χωρίς την κατασκευή ικανών αποχετευτικών δικτύων. Ιδιαίτερο πρόβλημα παρατηρείται στο �έμα της Πικροδάφνης, όπου ο ελλιπής καθαρισμός, η διάβρωση των πρανών του, και η μείωση της διατομής του το κάνουν να πλημμυρίζει, κατά κύριο λόγο κοντά στην εκβολή του.

Ιδιαίτερα οξυμένο εμφανίζεται το πρόβλημα και στην ευρύτερη περιοχή του Πειραιά, ιδιαίτερα στο δήμο Πειραιώς, και σε σημεία στη Νίκαια, το Κερατσίνι και το Πέραμα, κυρίως λόγω αδυναμίας παροχέτευσης των υδάτων της βροχής.

Χαρακτηριστικό για τη λεκάνη του Κηφισού είναι ότι το μήκος των ρεμάτων του λεκανοπεδίου ανέρχεται στα 120 km περίπου, με μόλις το 30% των ρεμάτων αυτών να είναι διευθετημένο επαρκώς (ΥΠΕΝ, 2018)

Έντονα επιβαρυμένη από την εκδήλωση πλημμυρών εμφανίζεται επίσης η δυτική Αττική, με τα σημαντικότερα προβλήματα να παρουσιάζονται σε μεγάλο κομμάτι του Θριασίου Πεδίου, δηλαδή στις περιοχές της Μάνδρας, της Μαγούλας, της Ελευσίνας και του Ασπροπύργου, όπως επίσης και στην ευρύτερη περιοχή των Μεγάρων, δηλαδή στον ομώνυμο οικισμό, τη Νέα Πέραμο και τις υπόλοιπες περιοχές κοντά στο παραλιακό μέτωπο.

Σε ό, τι σχετίζεται με το γεωγραφικό κομμάτι του Θριασίου Πεδίου, τα ρέματα που εντοπίζονται σε όλη την έκτασή του καταλήγουν στην παραλία Ασπροπύργου-Ελευσίνας. Το συγκεκριμένο παραλιακό μέτωπο εμφανίζει μικρό μήκος, περίπου 8 km, το οποίο σε συνδυασμό με την πυκνή και άναρχη δόμηση προκαλεί πρόβλημα στην ασφαλή παροχέτευση των ομβρίων υδάτων στη θάλασσα. Σήμερα, οι πεδινές κοίτες των ρεμάτων όσο πλησιάζουν προς την έξοδό τους στη θάλασσα, ελαττώνονται ή έχουν σχεδόν εξαφανιστεί είτε φυσιολογικά (ελάττωση ταχύτητας, απόθεση φερτών) είτε κυρίως, τεχνητά (παράνομη δόμηση σπιτιών και βιομηχανιών) (Νικολόπουλος, 2004). Στο μεγαλύτερο τμήμα τους δεν έχουν επαρκή διατομή με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται προβλήματα πλημμυρών, κατά κύριο λόγο στα σημεία που έχουν γίνει ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπως καταπάτηση της φυσικής κοίτης από κατασκευές και ανεπαρκείς οχετοί σε διασταυρώσεις με δρόμους. Μάλιστα, σε σημεία των ρεμάτων, ιδιαίτερα στα τελευταία τμήματά τους, δεν υπήρχε πάντοτε σαφής κοίτη, κάτι το οποίο διαπιστώνεται σε σημεία όπου τα οδικά δίκτυα διασταυρώνονται με τα ρέματα αυτά.

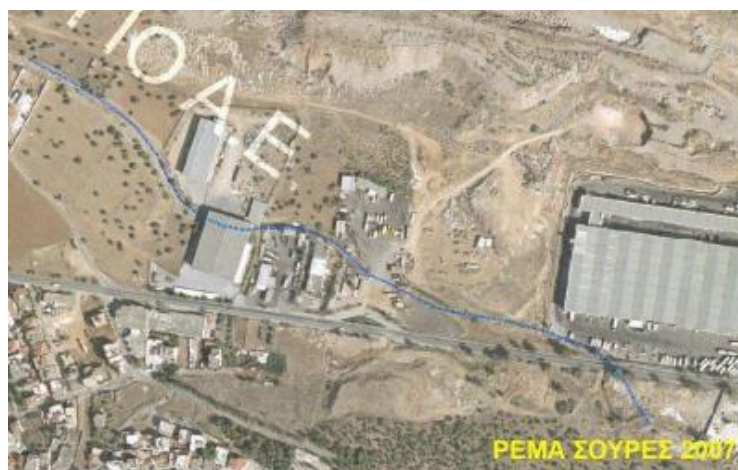
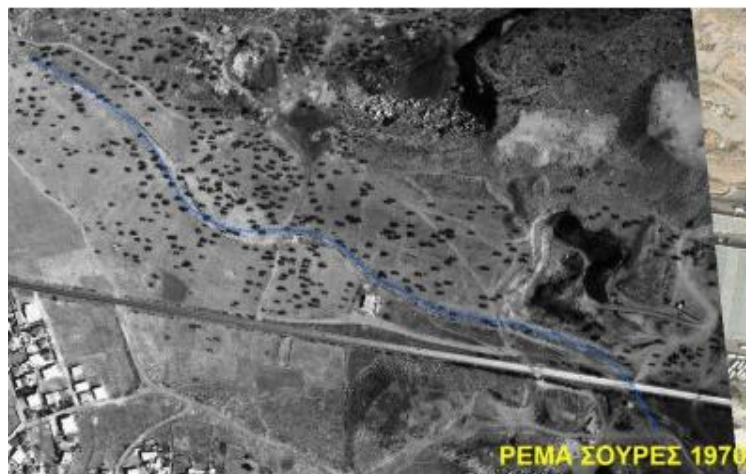
Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στην περιοχή της Μάνδρας, στην οποία σημειώνονται τα 3 από τα 16 πλημμυρικά περιστατικά μεγάλης κλίμακας που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 4. Στην ευρύτερη περιοχή παρατηρείται πλήθος αυθαίρετων ανθρώπινων παρεμβάσεων εντός της κοίτης των ρεμάτων, πλήρης απουσία τεχνικών μέτρων αντιπλημμυρικής προστασίας και αποχέτευσης οδοποιίας σε ορισμένα σημεία, ενώ και σε όσα σημεία υπάρχουν τεχνικά έργα, αυτά χαρακτηρίζονται ανεπαρκή είτε λόγω κατασκευής είτε λόγω ελλιπούς καθαρισμού και συντήρησης. Ενδεικτικά επισημαίνονται τα εξής χαρακτηριστικά παραδείγματα:

1. Η αστική περιοχή της Μάνδρας είναι χτισμένη μέσα στη φυσική ροή του ρέματος Αγίας Αικατερίνης χωρίς να υπάρχει διευθέτηση της κοίτης ή οποιαδήποτε αντιπλημμυρικά έργα στην περιοχή αυτή. Ο υπόγειος αγωγός της οδού Κοροπούλη είναι επίσης φραγμένος.
2. Πλήθος ιδιωτικών και δημόσιων εγκαταστάσεων (πχ εργοτάξιο Δήμου Μάνδρας) παρεμβάλλονται και εμποδίζουν τη φυσική ροή του ρέματος Σούρες.
3. Στα δυτικά και τα βόρεια της Μάνδρας υπάρχουν ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι χωρίς καμία διευθέτηση της κοίτης ή τεχνικό έργο.
4. Το μη διευθετημένο ρέμα Λούτσας συνεχίζει ως δρόμος κάτω από τη συμβολή της Αττικής οδού και Ολυμπίας οδού, νότια της βιομηχανικής περιοχής της Μάνδρας ([www.beyond-eocenter.eu](http://www.beyond-eocenter.eu), 2018)

Η αστικοποίηση είναι ένας ακόμα παράγοντας που συμβάλλει αποφασιστικά στην εκδήλωση πλημμυρών στην συγκεκριμένη περιοχή. Όπως προκύπτει από ιστορικές αεροφωτογραφίες, η αστική επέκταση την τελευταία 20ετία οδήγησε στην αυξημένη παρεμπόδιση της φυσικής ροής του ρέματος Σούρες, ενώ η υφιστάμενη δόμηση προ 20ετίας παρεμπόδιζε ήδη τη φυσική ροή του ρέματος Αγίας Αικατερίνης, εντός της αστικής περιοχής της Μάνδρας.



Σχήμα 5.5: Το ρέμα της Αγίας Αικατερίνης εντός του αστικού ιστού της Μάνδρας το 1988 (Πηγή: [www.beyond-eocenter.eu](http://www.beyond-eocenter.eu), 2018)



Σχήμα 5.6: Ρέμα Σούρες το 1970 και το 2007, βόρεια της αστικής περιοχής της Μάνδρας (Πηγή: [www.beyond-eocenter.eu](http://www.beyond-eocenter.eu), 2018)

Ιδιαίτερα οξυμένο παρατηρείται το πρόβλημα των πλημμυρών και στην ευρύτερη περιοχή του Μαραθώνα και της Νέας Μάκρης. Στην περιοχή του Μαραθώνα παρουσιάζεται πλήθος παραγόντων που δημιουργούν ευνοϊκό πλαίσιο για την εκδήλωση πλημμυρικών συμβάντων. Η άναρχη δόμηση, ο σημαντικός αριθμός ανθρώπινων επεμβάσεων στο υδρογραφικό δίκτυο (πχ μπαζώματα) και η ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων γεωργικής χρήσης (θερμοκήπια, αγροί κλπ) δημιουργούν μεγάλο πρόβλημα στην αποτελεσματική αποστράγγιση των πεδινών εκτάσεων. Οι μεγάλες πυρκαγιές που έχουν συμβεί τις τελευταίες δεκαετίες στη Λεκάνη Ραπεντώσας είναι ένας ακόμα παράγοντας που δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την εκδήλωση πλημμυρικών συμβάντων. Πολύ σημαντικό πρόβλημα παρατηρείται συγκεκριμένα στη θέση «Πατητήρια» όπου το ρέμα της Ραπεντώσας οδηγείται σε κλειστό αγωγό περί τα 2 km ο οποίος παρουσιάζει ανεπαρκή διατομή. ([www.floods.ypeka.gr](http://www.floods.ypeka.gr), 2018). Σε ό, τι αφορά τη Νέα Μάκρη, ο σημαντικότερος παράγοντας που αυξάνει τον κίνδυνο για εκδήλωση πλημμύρας είναι η ύπαρξη άναρχης δόμησης παράλληλα προς την ακτογραμμή εμποδίζοντας έτσι τις οδούς του νερού προς τη θάλασσα. Τα μικρά ρέματα από τα οποία αποστραγγίζεται η περιοχή εξαφανίζονται μέσα στον πολεοδομικό ιστό ή αντικαθίστανται από πλακοσκεπείς αγωγούς. (Λέκκας, 2010).

Τέλος, αξιοσημείωτη επιβάρυνση από πλημμυρικά συμβάντα εμφανίζεται και στα Μεσόγεια, ιδιαίτερα στο Μαρκόπουλο, την Παιανία, το Πόρτο Ράφτη και τη Ραφήνα. Τα κύρια αίτια εκδήλωσης πλημμυρών στην περιοχή είναι :

- Η έντονη οικιστική ανάπτυξη με εμφάνιση αυθαίρετης δόμησης, δασικές καταπατήσεις, μπαζώματα ρεμάτων κλπ.
- Η κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων όπως η Αττική Οδός και ο Προαστιακός σιδηρόδρομος που τέμνουν κάθετα τις φυσικές ροές ή ο Διεθνής Αερολιμένας Σπάτων. Τα έργα αυτά, λόγω του μεγέθους τους είτε παρεμποδίζουν τη ροή των ομβρίων υδάτων προς τους φυσικούς υδάτινους αποδέκτες τους είτε επιβαρύνουν την πλημμυρική παροχή των ρεμάτων διοχετεύοντας στην κοίτη τους όμβρια ύδατα.
- Καταστροφικές πυρκαγιές που έχουν εκδηλωθεί τις τελευταίες δεκαετίες στην περιοχή, περιορίζοντας τις δασικές εκτάσεις και αυξάνοντας, έτσι, την απορροή, τις πλημμυρικές αιχμές και κατ' επέκταση την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων.
- Η έντονη αγροτική δραστηριότητα. (Ραγκούσης, 2014)



## 6. Βάσεις, δεδομένα και άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν

---

### 6.1: Δεδομένα

- Κλήσεις για πλημμυρικά συμβάντα στο Πυροσβεστικό Σώμα, Πυροσβεστικό Σώμα προσωπική επικοινωνία
- Βροχομετρικά δεδομένα νομού Αττικής, Δρ. Άνυ Ηλιοπούλου, προσωπική επικοινωνία
- Βροχομετρικά δεδομένα νομού Αττικής, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://meteosearch.meteo.gr/>
- Όδευση του Ιλισού, Παναγιώτης Δευτεραίος, προσωπική επικοινωνία
- Δεδομένα πληθυσμού στην Αττική, ΕΛΣΤΑΤ, διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.statistics.gr/el/statistics/pop>
- Γεωχωρικά δεδομένα και υπόβαθρα, ΥΠΕΝ, διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://mapsportal.ypen.gr/maps/?limit=20&offset=0>
- Γεωχωρικά δεδομένα και υπόβαθρα, Copernicus, διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ>
- Γεωχωρικά δεδομένα και υπόβαθρα, Geodata, διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://geodata.gov.gr/>
- Υδρογραφικό δίκτυο Αττικής, Διεύθυνση Προστασίας & Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος ΥΠΕΝ, προσωπική επικοινωνία
- Γεωχωρικά δεδομένα και υπόβαθρα, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://floods.ypeka.gr/>

### 6.2: Άρθρα στον τύπο (προσπέλαση Ιούνιος 2021)

<https://www.tovima.gr/2008/11/25/archive/itan-strabo-to-klima-to-epnikse-kai-i-broxi/>

[http://anatolikiattikinews.blogspot.com/2009/10/blog-post\\_5105.html](http://anatolikiattikinews.blogspot.com/2009/10/blog-post_5105.html)

<https://www.madata.gr/epikairota/social/90050.html>

<https://www.tanea.gr/2013/02/22/greece/oi-plimmyres-kai-to-kykloforiako-chaos-apo-tin-kataigida-stin-attiki/>

<https://www.rizospastis.gr/story.do?id=7311165>

<https://www.naftemporiki.gr/story/728231>

<https://www.naftemporiki.gr/slideshows/872654/eikones-katastrofis-apo-tin-kakokairia-sti-dutiki-attiki/all>

<https://www.vimaonline.gr/20/article/16459/skines-haous-kai-plimmures-stin-attiki>

<https://m.naftemporiki.gr/story/872606>

<https://www.newsbeast.gr/greece/arthro/747342/vouliaxe-i-attiki-apo-tin-neropodi>

<https://www.in.gr/2015/02/27/greece/sobara-problimata-apo-tis-broxes-se-mandra-attikis-kai-zakyntho/>

<http://www.xalazi.gr/perivallon/afieromata/p/4079/2722015---megali-plimmura-sarose-tin-mandra-attikis>

<https://www.tanea.gr/2015/10/22/greece/enas-nekros-apo-tin-kakokairia-sto-menidi-sobara-problimata-se-attiki-ileia-kai-axaia/>

<https://www.kathimerini.gr/society/862794/pano-apo-190-kliseis-gia-plimmyres-stin-attiki/>

[https://www.efsyn.gr/ellada/koinonia/91509\\_plimmyres-kai-egklobismo-stin-attiki](https://www.efsyn.gr/ellada/koinonia/91509_plimmyres-kai-egklobismo-stin-attiki)

<https://www.protothema.gr/greece/article/808471/video-kai-fotografies-pnigikan-ta-voreia-proastia-apo-ti-sfodri-kakokairia/>

<https://www.tanea.gr/2018/09/30/greece/o-zormpas-xtypise-kai-tin-attiki-xaos-stous-dromous-apo-tis-plimmyres/>

<https://www.protothema.gr/greece/article/825106/epelaunei-o-kuklonas-zorbas-pos-na-prostateuteite-apo-ta-edona-fainomena/>

## 7. Αναφορές

---

Διακάκης Μ., 2012. Διδακτορική διατριβή: Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Λέκκας Ε., 2010. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα: Επιχειρησιακή οργάνωση των δήμων του ΑΣΔΑ για την Πολιτική Προστασία & την αντιμετώπιση φυσικών & περιβαλλοντικών κινδύνων, Α Φάση: Δράσεις μείωσης πλημμυρικού κινδύνου. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Λέκκας Ε., 2018. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα: Επιχειρησιακός σχεδιασμός για την μείωση των επιπτώσεων από πλημμυρικά φαινόμενα στους δήμους της περιφερειακής ένωσης δήμων Αττικής (ΠΕΔΑ). Η περίπτωση της Μάνδρας ως οδηγός αναφοράς και βελτίωσης της απόκρισης σε έκτακτες ανάγκες. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Υπηρεσία Floodhub, 2018. Ανάλυση της πλημμύρας της 15/11/2017 στη δυτική Αττική με αξιοποίηση δορυφορικής τηλεπισκοπησης. Κέντρο Αριστείας Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών Beyond, διαθέσιμο στη διεύθυνση [www.beyond-eocenter.eu/images/disasters/floods/Mandra-Report-BEYOND.pdf](http://www.beyond-eocenter.eu/images/disasters/floods/Mandra-Report-BEYOND.pdf)

Νικολόπουλος Α., 2004. Γενικές προτάσεις για το σχεδιασμό της αντιπλημμυρικής προστασίας περιοχών Ν. Αττικής, Ημερίδα «Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής», ΤΕΕ, διαθέσιμο στη διεύθυνση [http://library.tee.gr/digital/m2022/m2022\\_nikolopoulos.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2022/m2022_nikolopoulos.pdf)

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2018. Σχέδιο διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας των λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος Αττικής. Τεχνική Έκθεση, ΥΠΕΝ.

Μπαλτάς, Ε., και Μαμάσης, Ν., 2009. Υδρογραφήματα – Διόδευση – Στερεοπαροχή, Εκπαιδευτικό Υλικό Μαθήματος Τεχνική Υδρολογία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα

Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, 2001. Υδρολογική διερεύνηση ισχυρών βροχοπτώσεων και στερεοαπορροών του Θριάσιου πεδίου, *Διερεύνηση της παραγωγής φερτών υλικών στο Θριάσιο πεδίο*, 21 pages, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/800/>

Ραγκούσης Ε., 2014. Υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής του Ρέματος Ραφήνας με τη χρήση του HEC-HMS. Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ.

Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Ενσωμάτωση στο εθνικό δίκαιο σύμφωνα με την τροποποίηση ΚΥΑ 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140 Β΄/20)

Ματάκου Ε., 2009. Καταγραφή και αποτύπωση σε γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (G.I.S.) των υπαρχόντων στοιχείων των σεισμών, πλημμυρών και πυρκαγιών στον Ελλαδικό χώρο κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. Διατριβή Ειδίκευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Σχολή Θετικών Επιστημών - Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος.

Newsletter ΠΜΣ Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων, 2017. Πλημμύρες στη Δυτική Αττική (Μάνδρα, Νέα Πέραμος) 15 Νοεμβρίου 2017, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Diakakis, M., Mavroulis, S. and Deligiannakis, G., 2012. Floods in Greece, a statistical and spatial approach. *Natural hazards*, 62(2), pp.485-500.

Feloni, E., Mousadis, I. and Baltas, E., 2020. Flood vulnerability assessment using a GIS-based multi-criteria approach—The case of Attica region. *Journal of Flood Risk Management*, 13, p.e12563.

Barredo, J.I., 2007. Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Natural Hazards*, 42(1), pp.125-148.

Llasat, M.C., Llasat-Botija, M., Prat, M.A., Porcu, F., Price, C., Mugnai, A., Lagouvardos, K., Kotroni, V., Katsanos, D., Michaelides, S. and Yair, Y., 2010. High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database. *Advances in Geosciences*, 23, pp.47-55.

Waters, N., 2018. GIS: History. In *International Encyclopedia of Geography* (eds D. Richardson, N. Castree, M.F. Goodchild, A. Kobayashi, W. Liu and R.A. Marston).

Papagiannaki, K., Lagouvardos, K., and Kotroni, V., 2013. A database of high-impact weather events in Greece: a descriptive impact analysis for the period 2001–2011, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 727–736,

Barnolas, M. and Llasat, M.C., 2007. A flood geodatabase and its climatological applications: the case of Catalonia for the last century. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7(2), pp.271-281.

Federation Internationale des Geometres, 1983, διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.fig.net/>

Berz, G., Kron, W., Loster, T., Rauch, E., Schimetschek, J., Schmieder, J., Siebert, A., Smolka, A. and Wirtz, A., 2001. World map of natural hazards—a global view of the distribution and intensity of significant exposures. *Natural hazards*, 23(2), pp.443-465.

Gaume, E., Borga, M., Llassat, M.C., Maouche, S., Lang, M. and Diakakis, M., 2016. Mediterranean extreme floods and flash floods.

Bayliss, A.C. and Reed, D.W., 2001. The use of historical data in flood frequency estimation.

Diakakis, M., Andreadakis, E., Nikolopoulos, E.I., Spyrou, N.I., Gogou, M.E., Deligiannakis, G., Katsetsiadou, N.K., Antoniadis, Z., Melaki, M., Georgakopoulos, A. and Tsaprouni, K., 2019. An integrated approach of ground and aerial observations in flash flood disaster investigations. The case of the 2017 Mandra flash flood in Greece. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 33, pp.290-309.

Forte, F., Pennetta, L. and Strobl, R.O., 2005. Historic records and GIS applications for flood risk analysis in the Salento peninsula (southern Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5(6), pp.833-844.

Dewulf, B., Neutens, T., Lefebvre, W., Seynaeve, G., Vanpoucke, C., Beckx, C. and Van de Weghe, N., 2016. Dynamic assessment of exposure to air pollution using mobile phone data. *International journal of health geographics*, 15(1), pp.1-14.

Stathis D., 2004. Extreme rainfall events and flood genesis in Greece. Proceedings of the 7th Panhellenic Geographical Conference of the Hellenic Geographical Society (7PGC/HGS), Mytilene, Greece, 1–8, 2004.)

Koutsoyiannis, D., Mamassis, N., Efstratiadis, A., Zarkadoulas, N. and Markonis, Y., 2012. floods in Greece. *Changes of flood risk in Europe*, pp.238-256.

Angelakis, A.N., Antoniou, G., Voudouris, K., Kazakis, N., Dalezios, N. and Dercas, N., 2020. History of floods in Greece: causes and measures for protection. *Natural Hazards*, 101(3).

Hall, J. and Blöschl, G., 2018. Spatial patterns and characteristics of flood seasonality in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(7), pp.3883-3901.

Kundzewicz, Z.W., Pińskwar, I. and Brakenridge, G.R., 2013. Large floods in Europe, 1985–2009. *Hydrological Sciences Journal*, 58(1), pp.1-7.

